

Deckblatt



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Blatt: 1
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	23520000				GHB	RA	0048	00	Stand: 21.12.2018

Titel der Unterlage:
 RÜCKHOLUNG DER RADIOAKTIVEN ABFÄLLE AUS DER SCHACHTANLAGE ASSE II -
 KONZEPTPLANUNG FÜR DIE RÜCKHOLUNG DER RADIOAKTIVEN ABFÄLLE VON DER 511-M-
 SOHLE
 HIER: 3. TEILBERICHT: RÜCKHOLUNGSKONZEPT

Ersteller/Unterschrift: DMT	Prüfer
--------------------------------	--------

Stempelfeld:

UVST:	bergrechtlich verantwortliche Person:	atomrechtlich verantwortliche Person:	Bereichsleitung:	Freigabe zur Anwendung:
Datum und Unterschrift	Datum und Unterschrift	Datum und Unterschrift	Datum und Unterschrift	Datum und Unterschrift

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der BGE.



Stand: 21.12.2018

Blatt: 1

DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	23520000	RRA			BB	BY	0002	00

Kurztitel der Unterlage:

3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Ersteller / Unterschrift:

DMT

Prüfer / Unterschrift:

Titel der Unterlage:

Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle

3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Freigabevermerk:

Freigabedurchlauf

Fachbereich:

Stabsstelle Qualitätssicherung:

Endfreigabe:

Unterschrift

Unterschrift

Unterschrift

REVISIONSBLATT	Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	23520000	RRA			BB	BY	0002	00

Kurztitel der Unterlage:
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Rev	Revisionsstand Datum	Verantwortl. Stelle	revidierte Blätter	Kat. *)	Erläuterung der Revision
00	21.12.2018	ASE-RH.2		-	Neuerstellung

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur, Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung, Kategorie S = substantielle Änderung.
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Projekt NAAN	PSP-Element NNNNNNNNNN	Funktion/Thema NNAAANN	Komponente AANNNA	Baugruppe AANN	Aufgabe AAAA	UA AA	Lfd Nr. NNNN	Rev. NN
9A	23520000	RRA			BB	BY	0002	00

3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Blatt: 3

Inhaltsverzeichnis

Blatt

Deckblatt.....	1
Revisionsblatt	2a
Inhaltsverzeichnis	3

Fremddokumentation

DMT: Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II	
Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle	
3. Teilbericht: Rückholungskonzept. Stand: 21.12.2018.....	212

Anzahl der Blätter dieses Dokumentes	215
--------------------------------------------	-----



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 1 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II
Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle**

3. Teilbericht: Rückholungskonzept

DMT GmbH & Co. KG

DMT-Untersuchungsbericht-Nr.: U-2790-BGE-MCE-G

Essen, 21.12.2018



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 2 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Impressum:

Auftraggeber: BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Planung Rückholung
Salzgitter
Willy-Brandt-Straße 5
38226 Salzgitter Lebenstedt
Telefon: 030 18 333-0
Telefax: 030 18 333-1885
E-Mail: ePost@bge.de
Internet: www.bge.de

Ersteller:

DMT GmbH & Co. KG
Internet: www.dmt-group.com

Dieser Bericht wurde im Auftrag der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) erstellt. Die BGE behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung der BGE zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 3 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Revisionsblatt

Rev.	Rev.-Stand Datum	Revidierte Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Revision
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 4 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

KURZFASSUNG

Titel: Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Stand: 21.12.2018

Der hier vorliegende Bericht ist der dritte von fünf Teilberichten zur Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle. Im vorherigen Planungsschritt (Variantenvergleich) wurden geeignete Varianten zur Ausführung der Phasen Anbinden, Sichern, Bergen, Schleusen und Umverpacken sowie Transportieren entwickelt. Weiterhin wurde das wahrscheinlich vorliegende Szenario für Kammer- und Gebindezustand abgeleitet, welches die Basis für ein Konzept der Rückholung darstellt (Grundkonzept).

Im hier vorliegenden Teilbericht wird auf Basis dieser Vorüberlegungen der Prozessablauf der Rückholung der MAW-Gebinde aus der ELK 8a/511 dargestellt. Neben dem Grundkonzept wird dabei der Ablauf der Rückholung für ein abweichendes Szenario zum möglichen Kammer- und Gebindezustand beschrieben. Die beiden Konzepte unterscheiden sich maßgeblich im Niveau des Kammerzugangs in die ELK 8a/511 – das Grundkonzept sieht eine Anbindung der ELK 8a/511 und eine Rückholung der Gebinde über einen sohlennahen Kammerzugang vor, wohingegen das zusätzliche Konzept (Alternativkonzept) ein Öffnen der ELK 8a/511 und Bergen der Gebinde über einen firstnahen Zugang betrachtet. Für beide Rückholkonzepte werden im vorliegenden Bericht die Vorgänge zum Anschluss, Öffnen und Sichern der Einlagerungskammer beschrieben, ebenso wie die Verfahren zum Bergen, Schleusen und Umverpacken sowie anschließenden Transport der Gebinde. Der vorliegende Bericht beinhaltet weiterhin ein Erkundungskonzept sowie ein Bewetterungskonzept und die Beschreibung der für die Rückholung erforderlichen Infrastruktur. Der anschließende 4. Teilbericht wird das Sicherheits- und Nachweiskonzept einschließlich Festlegungen zu Messtechnik, Brandschutz, Arbeitsschutz, etc. beinhalten.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 5 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	4
INHALTSVERZEICHNIS	5
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	9
TABELLENVERZEICHNIS	14
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	16
1 EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	17
2 GENERELLER PROZESSABLAUF DER RÜCKHOLUNG	19
2.1 VORBEREITENDE MAßNAHMEN	20
2.1.1 Erkundung der Einlagerungskammer.....	20
2.1.2 Festlegung Kammerzugangsstrecke.....	21
2.1.3 Bewetterung.....	21
2.1.4 Infrastruktur.....	21
2.2 AUS- UND VORRICHTUNG.....	22
2.3 ARBEITSBEREICHE UND SCHLEUSEN.....	23
2.4 ÖFFNEN DER ELK 8A/511.....	25
2.5 SICHERN DER ELK 8A/511	25
2.6 BERGEN DER GEBINDE AUS ELK 8A/511	26
2.7 UMVERPACKUNG	26
2.8 TRANSPORT	26
2.9 ABSCHLIEßENDE ARBEITEN	27
3 SKIZZIERUNG EINER SITUATIONSANGEPASSTEN PLANUNG ZUR SICHERUNG DER EINLAGERUNGSKAMMER UND BERGUNG DER GEBINDE	29
3.1 VORBEMERKUNGEN	29
3.2 STANDSICHERHEIT DER EINLAGERUNGSKAMMER.....	32
3.3 ERLÄUTERUNG DES PRINZIPIES DER SITUATIONSANGEPASSTEN PLANUNG ANHAND EINER EINFLUSSANALYSE.....	33
3.3.1 Sichern und Ausbauen der Firste.....	34
3.3.2 Sichern durch Entfernen der Schwebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer.....	41
3.3.3 Sichern der Firste durch deren Stützung mit Versatz.....	46
3.3.4 Sichern der Stöße.....	52
3.3.5 Bergen	56
3.4 KONZEPTAUSWAHL	66
4 AUS- UND VORRICHTUNG	67



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 6 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

4.1	DEFINITION DER AUS- UND VORRICHTUNG UND IHRE AUFGABEN FÜR DIE RÜCKHOLUNG.....	67
4.2	AUSRICHTUNG BEI BERGUNG DER GEBINDE ÜBER SCHACHT ASSE 2.....	67
4.3	AUSRICHTUNG BEI BERGUNG DER GEBINDE ÜBER SCHACHT ASSE 5.....	70
4.4	ALTERNATIVE AUS- UND VORRICHTUNGSMÖGLICHKEITEN ZUM SCHACHT ASSE 5.....	72
4.5	GESTALTUNG DER AUS- UND VORRICHTUNGSGRUBENBAUE.....	73
5	ÖFFNEN DER ELK 8A/511.....	78
5.1	ÖFFNEN (GRUNDKONZEPT).....	78
5.2	ÖFFNEN (ALTERNATIVKONZEPT).....	78
6	SICHERN UND BERGEN.....	82
6.1	GRUNDKONZEPT.....	82
6.1.1	Sichern der Firste (Grundkonzept).....	83
6.1.2	Sichern der Stöße (Grundkonzept).....	86
6.1.3	Bergen (Grundkonzept).....	89
6.2	ALTERNATIVKONZEPT.....	91
6.2.1	Sichern der Firste (Alternativkonzept).....	91
6.2.2	Sichern der Stöße (Alternativkonzept).....	96
6.2.3	Bergen (Alternativkonzept).....	99
7	SCHLEUSEN UND UMPERPACKUNG DER GEBINDE.....	103
7.1	SCHLEUSEN.....	103
7.1.1	Grundsätzliche Anforderungen an die Schleusen.....	103
7.1.2	Funktionen der Schleusen.....	103
7.1.3	Aufbau der Schleusen.....	105
7.1.4	Lage der Schleusen.....	108
7.2	UMVERPACKUNG DER GEBINDE.....	109
7.2.1	Anforderungen an die Umverpackung.....	109
7.2.2	Konstruktive Ausgestaltung der Umverpackung.....	113
7.2.3	Design der Umverpackung.....	114
8	TRANSPORT.....	128
8.1	TRANSPORT ALLGEMEIN.....	128
8.1.1	Transportwege.....	128
8.1.2	Transport umverpackter Gebinde.....	128
8.1.3	Sonstiger Transport.....	129
8.2	TRANSPORT DER UMPERPACKUNGEN BEI RÜCKHOLUNG ÜBER SCHACHT ASSE 2.....	130
8.3	TRANSPORT DER UMPERPACKUNGEN BEI RÜCKHOLUNG ÜBER SCHACHT ASSE 5.....	131
8.4	BE- UND ENTSCHICKUNG.....	133
9	VERSCHLIEßEN DER ELK 8A/511.....	136



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 7 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

10	ERKUNDUNGSKONZEPT	138
10.1	BISHERIGER KENNTNISSTAND	139
10.1.1	Gebirgsmechanischer Zustand	140
10.1.2	Gebindezustand.....	143
10.1.3	Radiologischer Zustand	145
10.1.4	Kammeratmosphäre.....	145
10.2	ERKUNDUNGSZIELE.....	146
10.2.1	Gebirgsmechanischer Zustand	147
10.2.2	Gebindezustand.....	147
10.2.3	Radiologischer Zustand	148
10.2.4	Kammeratmosphäre.....	148
10.3	ERKUNDUNGSSTADIEN	148
10.3.1	Erkundung vor dem Öffnen der ELK 8a/511	149
10.3.2	Erkundung während der Anbindung an die ELK 8a/511	158
10.3.3	Erkundung nach Öffnen der ELK 8a/511 und während der Bergung der Gebinde	158
10.3.4	Erkundung vor dem Verfüllen der ELK 8a/511	160
10.4	ERKUNDUNGSVERFAHREN UND ZU BESTIMMENDE PARAMETER.....	160
10.4.1	Radiologische und chemische Untersuchungen	162
10.4.2	Bildgebende Verfahren	163
10.4.3	Bohrloch- und geophysikalische Messungen	165
10.4.4	Geotechnische Messungen.....	167
10.4.5	Geomechanische Berechnung und Modellierung	168
11	BEWETTERUNGSKONZEPT	169
11.1	BEWETTERUNG WÄHREND DER AUS- UND VORRICHTUNG	169
11.2	RÜCKHOLUNG ÜBER SCHACHT ASSE 2	171
11.3	RÜCKHOLUNG ÜBER SCHACHT ASSE 5	173
11.4	BEWETTERUNG DER SCHLEUSE UND DER ELK 8A/511	175
12	INFRASTRUKTUR	178
12.1	INFRASTRUKTURELLE GRUBENRÄUME	178
12.2	ELEKTRISCHE ENERGIE UND DRUCKLUFT.....	180
12.2.1	Überstromabsicherung.....	181
12.2.2	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	181
12.2.3	Beleuchtung und Überwachung.....	182
12.3	LEIT- UND STEUERUNGSTECHNIK	182
12.3.1	Vorbemerkungen.....	182
12.3.2	Leittechnik.....	185
12.3.3	Maschinensteuerungen.....	190
12.3.4	Überwachungseinrichtungen, Messtechnik.....	195
12.4	ZUGANGSSTRECKENSICHERUNG	195
12.5	BAUSTOFFVERSORGUNG	197



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 8 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

12.6 FLUCHTWEGE..... 197

13 LITERATURVERZEICHNIS..... 198

14 GLOSSAR.....200

15 ANHÄNGE203

Gesamtseitenzahl: 212

Stichworte: Gebindezustand, Grundkonzept, Alternativkonzept, Kammerzustand, MAW, Rückholung



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 9 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Blick durch das Bleiglasfenster in die ELK 8a/511, ca. 1984 (links); Blick auf die Firste der ELK 8a/511 vor Verschluss des Sohlzugangs, 1972 (BGE, 2017)	30
Abbildung 2:	Mögliche Schadensituationen der Firste	34
Abbildung 3:	Sicherungsarbeiten bei der Auffahrung einer Strecke mit Hilfe von Anker Ausbau	35
Abbildung 4:	Sicherungsarbeiten durch Ankerung bei Schadensituation C	36
Abbildung 5:	Sicherungsarbeiten der ELK-Sohle durch Injektionsmaßnahmen	38
Abbildung 6:	Stabilisieren der Firste durch Langanker (gelb) von außerhalb der Einlagerungskammer ggf. mit Gebirgsinjektionen	39
Abbildung 7:	Horizontaler Rohrschirm als künstliche Firste	40
Abbildung 8:	Querstabilisierung als künstliche Firste	41
Abbildung 9:	Schädigung der Schewebe	42
Abbildung 10:	Größenübersicht der ELK 8a/511	42
Abbildung 11:	Ausbauarbeiten an der Firste der 490-m-Sohle, Entfernen der Festen, Ergänzen des Ausbaus	44
Abbildung 12:	Entfernen der Schewebe	45
Abbildung 13:	Ausbauen oder Sichern der Stöße	45
Abbildung 14:	Versatz zur Gebirgsstützung	47
Abbildung 15:	Horizontaler Zugang für die Bergung	48
Abbildung 16:	Stehender Drehkran auf Schienen für Bergung unterhalb der Zugangssohle	49
Abbildung 17:	Hängender Drehkran an der Zugangfirste	50
Abbildung 18:	Hängender Drehkran abgehängt	51
Abbildung 19:	Schadenssituationen der Stöße	52
Abbildung 20:	Ausbauen und Sichern der Stöße von oberhalb der Einlagerungskammer mit Langankern (gelb) und Injektionen	54
Abbildung 21:	Ausbauen und Sichern der Stöße von seitlich der Einlagerungskammer mit Langankern (gelb) und Injektionen	55
Abbildung 22:	Stahlträger zur Stoßsicherung	56
Abbildung 23:	Entscheidungsanalyse „Bergung mit Flurfahrzeugen möglich“	57
Abbildung 24:	„Teleskoptraversen“ mit Bergung der Gebinde über Traversenöffnung	58
Abbildung 25:	„Teilweise bestehende Anlagen“ mit Bergung der Gebinde über Krananlage und Beschickungsbohrung	59
Abbildung 26:	Seilkran	60
Abbildung 27:	Sohlengestützter Kran	61



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 10 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Abbildung 28: Montage von Bauelementen mit einer Teleskoptraverse durch die Schwebelagerung zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer 61

Abbildung 29: Unterschiedliche Krantypen für eine Bergung ohne Nutzung der ELK-Sohle; von links nach rechts: Decken-, 2-Schienen, Kragarmkran..... 62

Abbildung 30: Zugang vertikal durch die Sohle..... 63

Abbildung 31: Kleiner dimensionierter Zugang auf halber Kammerhöhe mit Bergekragarm 64

Abbildung 32: Hebewerkzeuge..... 65

Abbildung 33: Greifwerkzeuge 65

Abbildung 34: Trennwerkzeuge: Baggeranbausägen/fräsen, hier Anwendungsbeispiele der Fa. Echidna Technologies Pty Ltd, Australien..... 66

Abbildung 35: Bergung über Schacht Asse 2, Ausrichtung teilweise über bestehende Grubenbaue (Ausrichtungsvariante 1) 68

Abbildung 36: Bergung über Schacht Asse 2, Ausrichtung neue Grubenbaue (Ausrichtungsvariante 2) 70

Abbildung 37: Bergung über Schacht Asse 5 (Ausrichtungsvariante 3) 71

Abbildung 38: Bergung über Schacht Asse 5 (Ausrichtungsvariante 4) 71

Abbildung 39: Geologischer Riss der 595-m-Sohle 72

Abbildung 40: Streckenquerschnitt 511-m-Sohle..... 74

Abbildung 41: Auf der Schachtanlage Asse II vorhandene Maschine der BBM-operta Gruppe 75

Abbildung 42: Beispiel eines Fahrladers mit Wechseleinrichtung der Firma GHH 76

Abbildung 43: Vertiefung in der Sohle der Kammerzugangsstrecke 79

Abbildung 44: Verfahrbarer Kragarmkran..... 79

Abbildung 45: Fräse in Position zur Kammeröffnung 80

Abbildung 46: Werkzeugwechsel beim verfahrbaren Kragarmkran..... 81

Abbildung 47: Beispiele für flurgebundene Werkzeugträger für das Grundkonzept, Ankerbohrgeräte Boltec S (links) und Boltec SL (rechts) (Hersteller: Atlas Copco)..... 83

Abbildung 48: Sicherungsarbeiten an der Firste 84

Abbildung 49: Ausbauen mit lokalem Unterstützungsausbau und Sichern der Firste durch Nachschneiden..... 85

Abbildung 50: Ausbauen der Stöße mit Spritzbeton 87

Abbildung 51: Ausbauen der Stöße mit kurzen Ankern 87

Abbildung 52: Sichern der Stöße durch Nachschneiden..... 88

Abbildung 53: Stapelbare Verschalungen und Gebirgsankerung..... 88

Abbildung 54: Verfestigen der Festen mit Gebirgsankern und Gebirgsinjektionen, Zustand nach der Injektion, Risse mit Injektionsgut gefüllt (gelb)..... 89



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 11 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Abbildung 55: Flurgebundene Bergung mit einem Kettenfahrzeug 90

Abbildung 56: Verfahrbarer Kragarmkran 92

Abbildung 57: Verfahrbarer Kragarmkran ausgefahren in die Einlagerungskammer 92

Abbildung 58: Nachschneiden der Firste, verdeutlicht mit einem Kragarmkran 93

Abbildung 59: Einbringen von Gebirgsankern, verdeutlicht mit einem Kragarmkran 94

Abbildung 60: Einbringen von Unterstützungsausbau, verdeutlicht mit einem Kragarmkran 94

Abbildung 61: Teleskoptraverse für die Ausbaurbeit 96

Abbildung 62: Spritzbeton (roter Balken) 97

Abbildung 63: Halbfertigteile als Ausbaumaßnahme 97

Abbildung 64: Ankerung mit langen Ankern 98

Abbildung 65: Ankerung mit langen Ankern kombiniert mit Gebirgsinjektionen (gelb, Zustand nach der Injektion) 98

Abbildung 66: Verfahrbarer Kragarmkran 100

Abbildung 67: Befüllen der Innenbehälter 101

Abbildung 68: Abfordern der gehobenen Innenbehälter auf einer Rollenbahn 101

Abbildung 69: Beispielhafter Aufbau einer Doppelschleuse bei einem sohlennahen Zugang in die ELK 8a/511 106

Abbildung 70: Schematische Darstellung der Inneren Schleuse (rote Markierung) 106

Abbildung 71: Schematische Darstellung des Äußeren Arbeitsbereiches (rote Markierung) ... 107

Abbildung 72: Schematische Darstellung der Lage der Äußeren Schleuse (rote Markierung) 107

Abbildung 73: Beispielhafte Darstellung des Höhenunterschiedes zwischen Rollenbahn und Schleuse bei der Bergung über einen firstnahen Zugang zur ELK 8a/511 109

Abbildung 74: Einschleusen der leeren Umverpackung in die Innere Schleuse 110

Abbildung 75: Entfernen der Außendeckels der Umverpackung 111

Abbildung 76: Umverpackung mit Dichtungssystem 111

Abbildung 77: Ent-/Beladung der Umverpackung mit dem Innenbehälter 112

Abbildung 78: Einteilung der einzelnen Chargen in der ELK 8a/511 in Dosisleistungsklassen (DL-Klassen). Berücksichtigt wurden mit Co-60 und Cs-137 nur Radionuklide, die einen Beitrag zur Direktstrahlung liefern (Bezugsdatum 01.01.2028) 119

Abbildung 79: Ausgewählte Umverpackung: Kleine Multi-Umverpackung (2 Gebinde) 126

Abbildung 80: Multifunktionstransporter (Quelle: Herbst SMAG Mining Technologies) 129

Abbildung 81: Transportwege bei Rückholung über Schacht Asse 2 (linke Darstellung: Ausrichtungsvariante 1, rechte Darstellung: Ausrichtungsvariante 2) 130

Abbildung 82: Einschienenhängebahn (Quelle: Becker Mining Europe GmbH) 131



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 12 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Abbildung 83: Transportwege bei Rückholung über Schacht Asse 5 (obere Darstellung: Ausrichtungsvariante 3, untere Darstellung: Ausrichtungsvariante 4) 132

Abbildung 84: Beispiel eines elektrobetriebenen Transportfahrzeuges für umverpackte Gebinde..... 133

Abbildung 85: Prinzipskizze Be- und Entschickung mittels EHB..... 134

Abbildung 86: Lage der Bohrungen in der Beschickungskammer 8a/490..... 139

Abbildung 87: Ausschnitt aus dem Sohlenriss der 511-m-Sohle (Asse-GmbH, 2017e) 140

Abbildung 88: Ausschnitt aus dem Sohlenriss der 532-m-Sohle (Asse-GmbH, 2017e) 141

Abbildung 89: Historisches Risswerk und ein Fotodokument zur Einlagerungszeit..... 143

Abbildung 90: Linke Abbildung: Gebindekegel (1984); rechte Abbildung: Auswertung Radarmessung. Dargestellt sind Reflektoren (Gebinde) auf der Sohle der ELK 8a/511 144

Abbildung 91: Teufenabhängige Darstellung der Dosisleistung (Bezugsjahr 1996) oberhalb des Fasskegels in der ELK 8a/511 145

Abbildung 92: Horizontalbohrungen (blau) zur Erkundung der Firste der ELK 8a/511 154

Abbildung 93: Vertikalbohrungen (blau) zur Erkundung der Schwebzone zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer und der Pfeiler der ELK 8a/511 155

Abbildung 94: Exemplarische Vertikalbohrungen in Riss und Schnitt (rote gestrichelte Linie stellt den einzuhaltenden 2 m Abstand zur Kammer dar)..... 156

Abbildung 95: Drohne mit Schutzkäfig (Flyability)..... 162

Abbildung 96: Beispielhafte Position des 3-D-Laserscanners in der ELK 8a/511..... 165

Abbildung 97: Beispielscan eines unbeleuchteten Hohlraums (LGBR, Mainz) 165

Abbildung 98: Varianten der Wetterführung während der Erstellung der Aus- und Vorrichtungstrecken..... 170

Abbildung 99: Bewetterung der Vorrichtungstrecke (gelbe Ellipse) am Beispiel der Ausrichtungsvariante 2 171

Abbildung 100: Wetterführung in der Ausrichtungsvariante 1 bei der Rückholung über den Schacht Asse 2..... 172

Abbildung 101: Schematische Darstellung der Wetterführung bei der Rückholung über Schacht Asse 2 (Ausrichtungsvariante 2) 173

Abbildung 102: Schematischer Wetterweg bei der Rückholung über Schacht Asse 5 (Ausrichtungsvariante 3)..... 174

Abbildung 103: Schematische Wetterführung für die Rückholung über Schacht Asse 5 (Ausrichtungsvariante 4)..... 174

Abbildung 104: Schematische Darstellung der Bewetterung der ELK 8a/511; Gelb: Schwebstoffhaltige Wetter, blau: entstaubte Wetter..... 177

Abbildung 105: Mögliche Standorte für Werkstätten auf der 595-m-Sohle, modifizierte Abbildung aus (BfS, 2013) 179



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 13 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Abbildung 106: Beispielhafte Einrichtung des örtlichen Leitstandes mit zwei Bedienungsplätzen 184

Abbildung 107: Beispielhafte Darstellung eines Messraumes..... 185

Abbildung 108: Schematische Darstellung der Videotechnik 188

Abbildung 109: Zugangsstreckensicherung im Inneren Arbeitsbereich, schematische Darstellung 196



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 14 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Erkundungsziele und Messverfahren zur Erkundung der Einlagerungskammer im Vorfeld der Öffnung.....	20
Tabelle 2:	Aufbau Schleusensystem, angrenzende Bereiche und zugehörige Tätigkeiten.....	23
Tabelle 3:	Vergleich der unterschiedlichen Umverpackungen.....	115
Tabelle 4:	Maximale Dosisleistung und Anzahl der Gebinde in der entsprechenden Dosisleistungsklasse (Bezugsdatum 01.01.2028)	119
Tabelle 5:	Gesamtgewicht der beladenen Einzel-Umverpackung mit Blei als Abschirmung..	121
Tabelle 6:	Gesamtgewicht der beladenen Einzel-Umverpackung mit Eisen als Abschirmung	121
Tabelle 7:	Gesamtgewicht der beladenen kleinen Multi-Umverpackung (2 Gebinde) mit Blei als Abschirmung.....	121
Tabelle 8:	Gesamtgewicht der beladenen kleinen Multi-Umverpackung (2 Gebinde) mit Eisen als Abschirmung.....	122
Tabelle 9:	Gesamtgewicht der beladenen großen Multi-Umverpackung (5 Gebinde) mit Blei als Abschirmung.....	122
Tabelle 10:	Gesamtgewicht der beladenen großen Multi-Umverpackung (5 Gebinde) mit Eisen als Abschirmung.....	122
Tabelle 11:	Gesamtgewicht der beladenen Einzel-Umverpackung mit Blei als Abschirmung..	123
Tabelle 12:	Gesamtgewicht der beladenen Einzel-Umverpackung mit Eisen als Abschirmung	123
Tabelle 13:	Gesamtgewicht der beladenen kleinen Multi-Umverpackung (2 Gebinde) mit Blei als Abschirmung.....	123
Tabelle 14:	Gesamtgewicht der beladenen kleinen Multi-Umverpackung (2 Gebinde) mit Eisen als Abschirmung.....	124
Tabelle 15:	Gesamtgewichte der beladenen großen Multi-Umverpackung (5 Gebinde) mit Blei als Abschirmung.....	124
Tabelle 16:	Gesamtgewichte der beladenen großen Multi-Umverpackung (5 Gebinde) mit Eisen als Abschirmung.....	124
Tabelle 17:	Kriterien zur Bewertung der Eignung der Umverpackung.....	125
Tabelle 18:	Beispielhafte Ermittlung des Platzbedarfes der Schaltschränke mit Berücksichtigung der Verkehrsfläche (Grundfläche mal Faktor 3)	180
Tabelle 19:	Erstabschätzung des Bedarfs an elektrischer Leistung	181



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 15 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Tabelle A 1: Erkundung vor dem Öffnen der ELK 8a/511.....210
Tabelle A 2: Erkundung während der Anbindung an die ELK 8a/511 211
Tabelle A 3: Erkundung nach Öffnen der ELK 8a/511 und während der Bergung der Gebinde... 212
Tabelle A 4: Erkundung vor dem Verfüllen der ELK 8a/511 212



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 16 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ABVO	Allgemeine Bergverordnung
ADR	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
AP	Arbeitspaket
AÜL	Auslegungsüberschreitender Lösungszutritt
AtG	Atomgesetz
Co-	Isotop von Kobalt z. B. 60
Cs-	Isotop von Cäsium z. B. 137
EHB	Einschienehängbahn
ELK	Einlagerungskammer
Eur-	Isotop von Europium z. B. 154
LAW	Low active waste
MAW	Medium active waste
PSP	Projektstrukturplan
RID	Ordnung über die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TBM	Tunnelbohrmaschine
TP	Teilprojekt
TSM	Teilschnittmaschine
u. T.	unter Tage
ü. T.	über Tage



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 17 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

1 EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Schachtanlage Asse II ist ein ehemaliges Kali- und Steinsalzbergwerk südöstlich von Braunschweig, in dem in den Jahren von 1909 bis 1964 zunächst Carnallit sowie später auch Jüngerer und Älterer Steinsalz abgebaut wurde. Nach Einstellung der Abbautätigkeit wurde im Auftrag des Bundes Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Salzformationen betrieben. In diesem Zuge wurden von 1967 bis 1978 rund 124.500 Gebinde mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen (LAW und MAW) in 11 Kammern auf der 750-m-Sohle und einer Kammer auf der 725-m-Sohle sowie 1.301 Gebinde mit mittelradioaktiven Abfällen (MAW) in einer Kammer auf der 511-m-Sohle eingelagert. Die letztgenannte Kammer (ELK 8a/511) hat eine Grundfläche von ca. 500 m² und eine Höhe von ca. 14 m. Die Einlagerung der Gebinde erfolgte ausgehend von der darüber liegenden Beschickungskammer 8a/490 durch die ca. 6 m starke Schwebel. Die Gebinde wurden mittels einer Krananlage aus der Beschickungskammer durch eine Beschickungsöffnung herabgelassen. Weitere Bohrungen in dieser Schwebel dienen u. a. der Bewetterung der Einlagerungskammer und der Überwachung des Einlagerungsprozesses. Durch ein Bleiglasfenster auf der 511-m-Sohle wurde eine direkte Beobachtung der Einlagerung ermöglicht. Ein Zugang zu diesem Bleiglasfenster ist nicht mehr erreichbar.

Nach der Änderung des Atomgesetzes im Jahre 2013 ist gemäß § 57b (2) AtG die Rückholung der radioaktiven Abfälle vor der unverzüglichen Stilllegung gesetzlich verankert. Somit sind auch die in der ELK 8a/511 eingelagerten Abfälle zurückzuholen. Um diese Gebinde bergen, handhaben und transportieren zu können, müssen dafür geeignete Techniken und Verfahren bereitstehen.

Hierfür wird zunächst eine Konzeptplanung erstellt, die als Grundlage für weitere Planungsschritte dient. Ziel dieser Planung ist die Entwicklung eines technischen Konzeptes zur sicheren und schnellstmöglichen Rückholung aller Abfälle aus der ELK 8a/511. Wesentliche Bestandteile dieser Planung auf konzeptioneller Ebene sind:

- Erarbeitung eines Erkundungskonzeptes für die ELK 8a auf der 511-m-Sohle (für die der Konzeptplanung nachfolgenden Planungsphasen),
- Planung aller für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus dieser Einlagerungskammer erforderlichen Anlagen und Techniken (z. B. für die Bergung, Handhabung, Freimessung, Verpackung und den Transport),
- Beschreibung aller technischen Abläufe,
- Planung des Bewetterungssystems sowie die Abtrennung der Strahlenschutzbereiche,
- Planung eines Entsorgungs- und Freigabekonzeptes,
- Ermittlung und Planung der benötigten Infrastrukturen und Infrastrukturräume unter Tage,
- Erstellung eines Sicherheits- und Nachweiskonzeptes als Grundlage der Sicherheitsanalysen für die bergrechtlichen und atomrechtlichen Genehmigungsverfahren,
- Betrachtung der radiologischen Konsequenzen für das Betriebspersonal und die Bevölkerung,
- Erarbeitung von Grundlagen für Störfallanalysen,
- Betrachtungen zur Arbeitssicherheit (nicht strahlenschutzbezogene Risiken),
- Betrachtung möglicher Wechselwirkungen mit den Notfall- und Vorsorgemaßnahmen.

Die komplexe Aufgabe der Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 wurde in Form eines Projektstrukturplanes (PSP) in plan- und kontrollierbare Einzelelemente strukturiert. In diesem PSP ist das Projekt in Teilprojekte (TP) und zugehörige Arbeitspakete



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 18 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

(AP) gegliedert (DMT, 2017). Die insgesamt neun Teilprojekte setzen sich aus jeweils 3 bis 19 Arbeitspaketen zusammen. Insgesamt werden im Rahmen der Konzeptplanung 81 Arbeitspakete bearbeitet. Die Planungsergebnisse der einzelnen Arbeitspakete werden innerhalb des jeweiligen Teilprojektes zusammengefasst und anschließend in fünf Teilberichten schrittweise für weitere Planungen zur Verfügung gestellt.

Die Teilprojekte der Konzeptplanung werden in folgenden Berichten dargestellt (TP 1 beinhaltet die Projektleitung und bedarf keines gesonderten Berichtes):

- 1. Teilbericht „Planungsgrundlagen“: Festlegung der Planungsrandbedingungen (TP 3) auf Basis der Grundlagenermittlung (TP 2),
- 2. Teilbericht „Grobkonzept und Variantenvergleich“: Aus einem Grobkonzept (TP 4) werden auf Basis von Planungselementen (TP 5) Rückholungsvarianten sowie Beurteilungskriterien zu deren Vergleich entwickelt; anhand von möglichen Ausgangssituationen erfolgt die Ermittlung eines Grundkonzeptes, das den Austausch von Varianten bei abweichenden Bedingungen erlaubt (TP 6),
- 3. Teilbericht „Rückholungskonzept“: Konstruktive Ausgestaltung des technischen Konzeptes sowie eines Alternativkonzeptes (TP 7),
- 4. Teilbericht „Sicherheits- und Nachweiskonzept“: Darstellung eines Sicherheits- und Nachweiskonzeptes (TP 8),
- 5. Teilbericht „Terminplanung und Kostenrechnung“: Darstellung der Ergebnisse der Termin- und Kostenplanung für die Umsetzung der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 (TP 9).



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 19 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

2 GENERELLER PROZESSABLAUF DER RÜCKHOLUNG

Aufgrund des komplexen Ablaufs der Rückholung der Abfälle aus der ELK 8a/511 wird einleitend in Kapitel 2 der generelle Ablauf des Rückholungsprozesses, beginnend mit den vorbereitenden Maßnahmen bis hin zur abschließenden Verfüllung der Einlagerungskammer, skizziert:

- Kapitel 2.1 Vorbereitende Maßnahmen
- Kapitel 2.2 Aus- und Vorrichtung
- Kapitel 2.3 Arbeitsbereiche und Schleusen
- Kapitel 2.4 Öffnen der ELK 8a/511
- Kapitel 2.5 Sichern der ELK 8a/511
- Kapitel 2.6 Bergen der Gebinde aus ELK 8a/511
- Kapitel 2.7 Umverpackung
- Kapitel 2.8 Transport
- Kapitel 2.9 Abschließende Arbeiten

Wesentliche Fakten zum Zustand der ELK 8a/511 bzw. zum Zustand und der Lage der eingelagerten Gebinde sind zurzeit nicht bekannt. Erkundungsergebnisse, die Aufschluss bringen können, werden in der aktuellen Konzeptplanungsphase nicht rechtzeitig zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund wird eine angepasste Vorgehensweise zur Entwicklung des Rückholungskonzeptes bevorzugt. Im Rahmen des vorherigen Teilberichtes „Variantenvergleich“ (DMT, 2018) wurden anhand der Planungsgrundlagen und theoretischen Überlegungen mögliche Ausgangssituationen für den Kammer- und Gebindezustand entwickelt. Basierend auf dem bisherigen Kenntnisstand wurden für den gebirgsmechanischen Zustand der ELK 8a/511, den Zustand der Gebinde etc. die wahrscheinlichsten Situationen abgeleitet. Auf Grundlage dieser Vorüberlegungen wurde ein wahrscheinlich vorliegendes Szenario für Kammer- und Gebindezustand abgeleitet, welches Basis für ein Konzept der Rückholung, das sogenannte Grundkonzept, ist. Unter Berücksichtigung des Erfordernisses einer abdeckenden, situationsangepassten Konzeptplanung wurden weitere mögliche, abweichende Szenarien des Kammer- und Gebindezustands ermittelt und beurteilt. Diese Beurteilung ergab, dass eine grundlegende Änderung des Konzeptes nur erfolgen muss, wenn die Sohle nicht befahrbar ist. Für diesen Fall wird ein Alternativkonzept für die Rückholung der Gebinde aus ELK 8a/511 erstellt. Dieses unterscheidet sich vom Grundkonzept zunächst im Niveau des Zuganges in die Einlagerungskammer. Dieser Zugang ist firstnah im Gegensatz zum sohlennahen Zugang, der für das Grundkonzept vorgesehen ist.

Aufgrund der unterschiedlichen Zugangsniveaus zur ELK 8a/511 unterscheiden sich die beiden Konzepte hauptsächlich in der Vorgehensweise beim Öffnen/Anbinden der ELK 8a/511, Sichern der Einlagerungskammer und dem Bergen der Gebinde. Die Vorgehensweisen bei der Aus- und Vorrichtung sowie beim Umverpacken, Schleusen und Transportieren sind weitestgehend identisch.

Die Festlegung auf ein Konzept zur Rückholung der Gebinde aus ELK 8a/511 kann erst nach Vorliegen und Bewertung der entscheidungsrelevanten Erkundungsergebnisse erfolgen.

Die ausführliche Beschreibung des geplanten Rückholprozesses sowie der erforderlichen begleitenden Prozesse zu z.B. Erkundung und Infrastruktur erfolgt in den Kapiteln 3 bis 12. Auftragsgemäß endet die Planung des Rückholprozesses mit dem Transport der umverpackten radioaktiven Abfälle an einem übertägigen Transportbereitstellungsplatz, von dem aus der weitere Transport erfolgen kann.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 20 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

2.1 VORBEREITENDE MAßNAHMEN

Im Vorfeld des eigentlichen Rückholungsprozesses sind vorbereitende Maßnahmen erforderlich. So sind beispielsweise Tätigkeiten zur Erkundung des Kammerzustandes und Festlegung der Kammerzugangsstrecke ebenso notwendig wie die Errichtung der Infrastruktur, die Gerätebereitstellung und die Personalplanung.

2.1.1 Erkundung der Einlagerungskammer

Die Erkundung des Kammer- und Gebindezustands im Vorfeld der Rückholung ist von maßgeblicher Bedeutung für die Festlegung der geeignetsten Vorgehensweise bei der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511. Basierend auf der Ermittlung des gebirgsmechanischen Zustandes der Einlagerungskammer können ausbautechnische Maßnahmen festgelegt werden, die lokal zur Verbesserung der gebirgsmechanischen Situation beitragen. Die Kenntnis über den Zustand der Firste, Sohle und Stöße wie auch über Gebindezustand sowie Lage der Gebinde ermöglicht die Festlegung der Lage der Kammerzugangsstrecke wie auch die Auswahl geeigneter Geräte und Verfahrensweisen zur Handhabung der Gebinde.

Die Erkundung der Einlagerungskammer im Vorfeld der Öffnung erfolgt mit und ohne Eindringen in die Einlagerungskammer über Bohrungen, ausgehend von der oberhalb der ELK 8a/511 liegenden Beschickungskammer 8a/490. Bereits vorhandene Bohrungen werden für die Erkundung genutzt, sofern sie formstabil sind und der Bohrlochdurchmesser einen reibungslosen Ein- und Ausbau der Messsonden zulässt. Kann dies nicht gewährleistet werden, sind neu zu erstellende Erkundungsbohrungen erforderlich. Die nachfolgend in Tabelle 1 genannten Erkundungen sollen vornehmlich durchgeführt werden.

Tabelle 1: Erkundungsziele und Messverfahren zur Erkundung der Einlagerungskammer im Vorfeld der Öffnung

Relevantes Erkundungsziel	Messverfahren
Gebirgsmechanischer Zustand der ELK und des umgebenden Gebirges, Kammerdimensionen (räumliche Vermessung)	<ul style="list-style-type: none"> • Visuelle Begutachtung mittels bildgebender Verfahren hinsichtlich Löserbildung, Löserfälle • Geophysikalische Messungen • Geotechnische Messungen
Gebindezustand	<ul style="list-style-type: none"> • Visuelle Begutachtung mittels bildgebender Verfahren hinsichtlich des Zustands visuell erfassbarer Gebinde (Anteil intakter, verformter oder zerstörter Gebinde)
Radiologischer Zustand	<ul style="list-style-type: none"> • Ortsdosisleistungen wie Gamma- und Neutronenstrahlung, spektrometrische Messungen • Radiologische Messungen z. B. an Staubproben
Kammeratmosphäre	<ul style="list-style-type: none"> • Gasmessungen

Die Maßnahmen zur Erkundung sind in Kapitel 10 beschrieben.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle 3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 21 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

2.1.2 Festlegung Kammerzugangsstrecke

Maßgeblich für die Festlegung der Lage der Kammerzugangsstrecke sind Kenntnisse über den Kammer- und Gebindezustand, die sich im Wesentlichen aus der Erkundung der Einlagerungskammer und Bewertung der Ergebnisse ergeben. Im Rahmen der Konzeptplanung wurden verschiedene Situationen anzutreffender Kammer- und Gebindezustände betrachtet und für das Grundkonzept und das Alternativkonzept Möglichkeiten zur Lage der Kammerzugangsstrecke geplant (siehe Kapitel 4).

2.1.3 Bewetterung

Die Einrichtungen zur Bewetterung der Grubenräume und der ELK 8a/511 sind ein wichtiger Bestandteil der untertägigen Infrastruktur. Dabei ist die Versorgung der Personen mit Frischwettern und die Filterung und Abfuhr von Abwettern sicherzustellen. Das Bewetterungskonzept für die Bewetterung während der Aus- und Vorrichtung der Strecken zur ELK 8a/511 sowie während der Rückholung der Gebinde aus der Einlagerungskammer wird in Kapitel 11 beschrieben.

2.1.4 Infrastruktur

Bereits vor der Aufnahme der Tätigkeiten zum Öffnen der ELK 8a/511 müssen infrastrukturelle Voraussetzungen geschaffen werden. Dies betrifft insbesondere Streckenauffahrungen zwischen dem Schacht Asse 2 und der ELK 8a/511, um eine direkte Anbindung an das Grubengebäude herzustellen; dies gilt ebenso für eine Verbindung zwischen der Wendelstrecke und Schacht Asse 5, falls die Förderung über diesen Schacht erfolgt (siehe Kapitel 4). Des Weiteren müssen u. a. die Einrichtungen für Bewetterung, Energie- und Medienversorgung sowie Leit- und Steuerungstechnik erstellt werden und Lagerflächen eingerichtet werden (siehe Kapitel 12).

Lagerkapazitäten

Materiallager sind für die Lagerung von beispielsweise Verbrauchsmaterialien und Ersatzteilen sowie Interventionsgeräten erforderlich. Pufferlager dienen zur Minimierung von Förderstaus, u. a. geborgener Gebinde, um z. B. Verzögerungen bei der Be- und Entschickung der Schachtförderanlage zu vermeiden. Da das Raumangebot unter Tage begrenzt ist, werden hier nur Materialien gelagert, die für einen schnellen und ungehinderten Ablauf der Prozesse erforderlich sind. Alle anderen Materialien werden auch aus Gründen der Vermeidung untertägiger Brandlasten über Tage gelagert. Entsprechende Lagerorte werden während der vorbereitenden Maßnahmen eingerichtet und bestückt.

Energie- und Medienversorgung

Die Erfordernisse der eingesetzten Ausrüstungen und Maschinen bestimmen die Versorgung mit elektrischer Energie und Druckluft. Dazu werden notwendige Leitungen, Schaltschränke, Kompressoren, etc. platziert und installiert. Zudem werden Ausrüstungen zur Kameraüberwachung, Kommunikation und Beleuchtungen eingerichtet. Die Einrichtung erfolgt vorbereitend sowohl am Schacht als auch in der Vorrichtungsstrecke für die spätere Versorgung im Schleusensystem und in der ELK 8a/511.

Personalplanung

Das für die Maßnahmen zur Rückholung eingesetzte Personal wird im Vorfeld geschult und fortlaufend weitergebildet. Unter anderem wird über Tage das Bedienen der Maschinensteuerung sowie der Ablauf von Arbeitsprozessen trainiert, um möglichst Fehler auszuschließen und somit die Sicherheit zu erhöhen und die Dauer von Prozessabläufen zu minimieren.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 22 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Gerätebereitstellung

Sowohl für die Neuauffahrung der Strecke als auch für das Sichern der ELK 8a/511 und das Bergen der Gebinde müssen Ausrüstungen und Maschinen bereitgestellt werden. Hierbei ist die Berücksichtigung der Schachtgängigkeit erforderlich. Die Kapazität des Fördermittels ist hinsichtlich des Gewichts und der Abmessungen begrenzt. Ggf. werden Maschinen ü.T. zerlegt und u.T. an gewählten Standorten montiert. Um den Wartungs- und Ersatzteilaufwand für die einzusetzende Technik sowie mögliche notwendige Unterweisungen des Personals in neue Techniken zu minimieren, wird so weit wie sinnvoll möglich auf zugelassene und bewährte Technik zurückgegriffen. Ausrüstung und Maschinen müssen mannos und fernbedient gesteuert werden können.

Schachtgängigkeit von Ausrüstung und Material

Schachtförderanlagen dienen der Beförderung von Materialien und Personen zwischen unter und über Tage. Zum Zeitpunkt der Rückholung werden zwei Schächte zur Auswahl stehen – Schacht Asse 2 sowie Schacht Asse 5. Die Förderkapazität der Schächte ist bezüglich der Abmessungen und des Gewichtes der zu fördernden Ausrüstung wie folgt begrenzt:

- Die Außenmaße der Ausrüstung und Materialien bei einer Förderung über den Schacht Asse 2 sind auf 1,15 m x 2,00 m x 5,60 m begrenzt. Das maximale Gesamtgewicht inklusive der Transporthilfsmittel beträgt bei Normalbetrieb 5 t. Für einen Sonderbetrieb ist das max. zulässige Gesamtgewicht durch Umrüstung auf 10 t erweiterbar. In der vorliegenden Konzeptplanung wird für die Rückholung der MAW-Gebinde eine Förderkorbbeladung im Normalbetrieb unterstellt.
- Die Außenmaße der Ausrüstung und Materialien bei einer Förderung über den Schacht Asse 5 sind auf 2,90 m x 4,90 m x 5,60 m begrenzt. Das maximale Gesamtgewicht inklusive der Transporthilfsmittel beträgt 25 t.

2.2 AUS- UND VORRICHTUNG

Der Begriff Ausrichtung bezeichnet im Bergbau das Herstellen von Grubenbauen zur Erschließung einer Lagerstätte. Der Begriff Vorrichtung definiert den Zugang zur Lagerstätte und umfasst die Grubenbaue, die zur Gewinnung einer Abbaufont erforderlich sind. Auf die Rückholung der Gebinde aus ELK 8a/511 bezogen, sind die Ausrichtungsgrubenbaue die Schächte Asse 2 und Asse 5 sowie diejenigen Grubenbaue, die bis in die Nähe der ELK 8a/511, in das so genannte Zielgebiet, führen. Das Zielgebiet befindet sich je nach Höhe des Kammerzugangs (firstnah oder sohlennah) auf dem Niveau 500 m bzw. 511 m. Von diesem Zielgebiet aus erfolgt der Anschluss an die Einlagerungskammer über eine oder mehrere Vorrichtungstrecken. Die Aus- und Vorrichtungsgrubenbaue schaffen mindestens für den Zeitraum der Rückholung eine dauerhafte Verbindung zwischen der Einlagerungskammer und der Tagesoberfläche. Sie dienen dem Transport von Material, Ausrüstung und Personen wie auch dem Abtransport von Haufwerk und geborgenen Gebinden. Weiterhin dienen sie der Wetterführung und beinhalten die für die Maßnahmen der Rückholung der radioaktiven Gebinde erforderliche Infrastruktur.

Die Aus- und Vorrichtungsgrubenbaue müssen ausreichend groß dimensioniert sein, um das für das Sichern der Einlagerungskammer und Bergen der Gebinde erforderliche Equipment sicher handhaben zu können. Andererseits sollten die Querschnitte der Strecken so klein dimensioniert sein, dass die gebirgsmechanischen Verhältnisse möglichst wenig beeinflusst werden. Die Ausgestaltung der Strecken sollte keine Sanierungsmaßnahmen während der Rückholung erfordern, um das Bergen, Schleusen und Transportieren während der Rückholung nicht zu behindern.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 23 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Für die Rückholung der Gebinde aus ELK 8a/511 steht sowohl der Schacht Asse 2 als auch der Schacht Asse 5 zur Verfügung. Je nach Festlegung werden daher Ausrichtungsgrubenbaue vom jeweiligen Schacht zum Zielgebiet aufgefahren. Ausgehend vom Zielgebiet erfolgt anschließend die Auffahrung der Vorrichtungsstrecke zur Einlagerungskammer. Das entstehende Haufwerk wird entweder unter Tage gelagert und ggf. im Rahmen einer späteren Verfüllmaßnahme verwertet oder zu Tage gefördert.

Eine detaillierte Beschreibung zu Lage, Dimensionierung und Ausgestaltung der Aus- und Vorrichtungsgrubenbaue erfolgt in Kapitel 4.

2.3 ARBEITSBEREICHE UND SCHLEUSEN

Zur Vermeidung der Verschleppung von Kontaminationen aus der Einlagerungskammer in das restliche Grubengebäude wird die ELK 8a/511 über ein Schleusensystem vom angrenzenden Grubenraum räumlich und Lüftungstechnisch abgetrennt. In der Einlagerungskammer werden geborgene Abfälle (intakte, deformierte und auch beschädigte Gebinde sowie loses Material wie Haufwerk, Gebindebruchstücke, aus den Gebinden ausgetretene Abfälle) in Innenbehälter verpackt und anschließend innerhalb des Schleusensystems in eine Umverpackung eingebracht. Die Innenbehälter werden so in geeignete Umverpackungen eingestellt, dass Abfälle wie auch an ihnen anhaftende Kontaminationen aus der Umverpackung nicht in die Umgebung gelangen können.

Die Einrichtung der Arbeitsbereiche und der Schleusen beginnt vor dem Öffnen der ELK 8a/511. Das Schleusensystem wird so errichtet, dass einzelne Bereiche, die unterschiedliche Aufgaben erfüllen, voneinander getrennt sind. So ist gewährleistet, dass Kontaminationen nicht in den nächsten Raumbereich verschleppt werden. Das Schleusensystem ist mehrstufig aufgebaut und setzt sich wie in Tabelle 2 aufgeführt, zusammen:

Tabelle 2: Aufbau Schleusensystem, angrenzende Bereiche und zugehörige Tätigkeiten

Bereich	Durchgeführte Tätigkeiten / Maßnahmen
Innerer Arbeitsbereich (ELK 8a/511 / Zugang zur Einlagerungskammer)	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherungsmaßnahmen • Tätigkeiten zur Bergung der Abfälle • Einbringen der Abfälle in Innenbehälter unter Berücksichtigung der spezifischen Dosisleistung • Transport der Innenbehälter zur Inneren Schleuse
Innere Schleuse	<ul style="list-style-type: none"> • Umverpackung der Innenbehälter • Radiologische Messungen an auszu-schleusenden Materialien und Personen • Transport der Umverpackungen
Äußerer Arbeitsbereich	<ul style="list-style-type: none"> • Wartungs- und Reparaturarbeiten an Maschinen • Dekontaminationsarbeiten • Transport der Umverpackungen



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 24 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Äußere Schleuse	<ul style="list-style-type: none">• Kontaminationsmessungen an auszuscheidenden Umverpackungen, Materialien und Personen
Sonstiger Grubenraum	<ul style="list-style-type: none">• Transport von Material und beladenen Umverpackungen zum Schacht• Transport leerer Innenbehälter und Umverpackung sowie sonstiger Materialien zur Schleuse

In allen Schleusenbereichen erfolgt eine messtechnische Überwachung der Aktivitätskonzentration von Radionukliden. Eine gerichtete Luftströmung sorgt dafür, dass ein Übertritt kontaminierter Atmosphäre aus der ELK 8a/511 in den Sonstigen Grubenraum vermieden wird. Zudem werden Einrichtungen zur Branderkennung und Brandbekämpfung installiert. Darüber hinaus werden Lutten für die Bewetterung, Leitungen für elektrische Energie, Leit- und Steuerungstechnik sowie Druckluft in bzw. durch die Schleusen bis in die Einlagerungskammer geführt.

Die Öffnung der Einlagerungskammer findet ausgehend vom Inneren Arbeitsbereich statt. So lange sich die Einlagerungskammer im geschlossenen Zustand befindet, sind Tätigkeiten durch Personen im Inneren Arbeitsbereich (Zugang zur Einlagerungskammer) zulässig. Nach dem Öffnen bilden die ELK 8a/511 und der Innere Arbeitsbereich eine räumliche Einheit und bilden einen entsprechend vergrößerten Inneren Arbeitsbereich. Der Innere Arbeitsbereich ist nach der Kammeröffnung der Bereich mit dem höchsten Kontaminationsniveau und der höchsten Dosisleistung. Die Arbeiten im Inneren Arbeitsbereich werden nach der Öffnung der ELK 8a/511 mannlos und fernbedient durchgeführt. Auch für ggf. mögliche Interventionsfälle ist überwiegend ein mannloses und fernbedientes Arbeiten in der Einlagerungskammer vorgesehen. Mit fortschreitender Leerung der ELK 8a/511 und abnehmender Dosisleistung kann ggf. ein Einsatz von Personal mit geeigneter Schutzausrüstung zulässig werden.

Im Inneren Arbeitsbereich werden die geborgenen Abfälle in Innenbehälter eingebracht und anschließend zur Inneren Schleuse transportiert, an der das Einstellen in eine Umverpackung erfolgt. Hierfür ist der Einsatz einer Doppeldeckelschleuse vorgesehen. Über die Doppeldeckelschleuse erfolgt in entgegengesetzter Richtung auch das Einbringen der Innenbehälter in den Inneren Arbeitsbereich. Das Konzept der Befüllung der Umverpackung über eine Doppeldeckelschleuse stellt sicher, dass die Umverpackungen außen kontaminationsfrei bleiben. Die Abläufe in der Inneren Schleuse erfolgen weitestgehend automatisiert bzw. ferngesteuert, es kann aber im Bedarfsfall in der Inneren Schleuse auch Personal mit geeigneter Schutzausrüstung eingesetzt werden. Zur Sicherstellung, dass keine unzulässige Kontamination aus dem Inneren Arbeitsbereich verbreitet wird, finden in der Inneren Schleuse Kontaminationsmessungen an auszuscheidenden Materialien und Personen statt.

Anschließend erfolgt der Transport der beladenen Umverpackungen in den Äußeren Arbeitsbereich. Dieser bildet die Verbindung zwischen der Inneren und der Äußeren Schleuse. Im Äußeren Arbeitsbereich befindet sich ein Transportsystem zur Förderung der Umverpackungen. Zudem verfügt der Äußere Arbeitsbereich über einen Bereich für Wartungs- und Reparaturarbeiten von Maschinen.

Die beladenen Umverpackungen werden direkt aus dem Äußeren Arbeitsbereich auf das Transportsystem der Äußeren Schleuse verbracht. Die Umverpackungen werden erneut auf Kontaminationen



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 25 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

geprüft und ggf. dekontaminiert, um die Verschleppung von Kontamination in den Sonstigen Grubenraum zu verhindern. Umverpackungen mit leeren Innenbehältern werden in umgekehrter Richtung durch die Äußere Schleuse in den Äußeren Arbeitsbereich verbracht. Die Äußere Schleuse ist die äußere Barriere der Strahlenschutzbereiche. Sie stellt die zweite Begrenzung dar und trennt den Äußeren Arbeitsbereich vom Sonstigen Grubenraum.

Die detaillierte Beschreibung des Schleusensystems und dessen Aufgaben erfolgt in Kapitel 7.

2.4 ÖFFNEN DER ELK 8A/511

Das Öffnen der ELK 8a/511 findet aus der Vorrichtungsstrecke im Inneren Arbeitsbereich statt. Die Vorrichtungsstrecke wird aus dem Zielgebiet heraus zunächst bis einige Meter vor den erwarteten Durchbruch in die ELK 8a/511 konventionell mit einer Teilschnittmaschine und Lader oder Förderband, zum Abtransport des Haufwerks, aufgefahren. Begleitend zur Auffahrung werden beweissichernde radiologische Messungen am Haufwerk durchgeführt.

Bei einem Abstand von einigen Metern zum Kammerdurchbruch wird der Auffahrprozess für den Aufbau der Schleusen unterbrochen. Eine konventionelle Auffahrung bis einige Meter vor Durchstoß in die ELK 8a/511 ohne vorherigen Aufbau der Schleusen hat u. a. den Vorteil, dass es keine Einschränkungen der Dimensionen der eingesetzten Maschinen durch die Schleusenbauwerke gibt. Nach Aufbau der Schleusen wird der Innere Arbeitsbereich als Kontrollbereich festgelegt und die Kammeröffnung, also die Auffahrung bis zum Kammerdurchbruch, erfolgt fernbedient. Das während der Auffahrung anfallende Haufwerk wird zunächst im Inneren Arbeitsbereich zwischengelagert.

Das Öffnungskonzept wird in Kapitel 5 detailliert beschrieben.

2.5 SICHERN DER ELK 8A/511

Nach der Kammeröffnung ist es ggf. notwendig, die Einlagerungskammer für das Bergen der Gebinde zu sichern. Die ELK 8a/511 ist standsicher (siehe Kapitel 3.2), wenn keine Gefährdung durch herabfallende Löser sowohl für Maschinen als auch für die zu bergenden Gebinde besteht. Die Sicherungsmaßnahmen betreffen Stöße und Firste und sind abhängig von deren Zustand. Die nötigen Sicherungsmaßnahmen werden nach Vorlage der Erkundungsergebnisse und deren gebirgsmechanischer Bewertung bestimmt.

Eine insbesondere im Salzbergbau eingesetzte und bewährte Methode zur Sicherung der Firste und der Stöße ist das Bereißen/Nachschnneiden. Unter Bereißen versteht sich das mechanische Lösen von aufgelockerten Gesteinsbereichen. Beim Nachschnneiden wird der Querschnitt der Kammer mittels einer Fräse erweitert, bis festes Salzgestein ansteht. Eine weitere gängige Methode ist das Ausbauen/Sichern, z.B. durch Anker. Das Verfahren beruht darauf, die Eigentragwirkung der Schweben zu erhöhen. Anker werden vorwiegend dann eingesetzt, wenn die Stöße und Firste für einen längeren Zeitraum stabilisiert werden müssen. Hierbei besteht neben dem Einbringen der Anker von innerhalb der Einlagerungskammer die Möglichkeit, Ankerungen oder Injektionsmaßnahmen von außerhalb der Einlagerungskammer durchzuführen.

Die Umsetzung der Sicherungsmaßnahmen ist abhängig von der Lage des Zugangs zur ELK 8a/511. So können bei einem sohlennahen Zugang (Grundkonzept) flurgebundene Werkzeugträger zur Durchführung von Sicherungsmaßnahmen eingesetzt werden. Bei einem firstnahen Zu-



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle 3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 26 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

gang (Alternativkonzept) kann die Ausführung der Sicherungsmaßnahmen mit dem hierbei eingesetzten Kragarmkransystem durchgeführt werden. Die Sicherungsmaßnahmen sind für beide Konzepte in Kapitel 6 beschrieben.

2.6 BERGEN DER GEBINDE AUS ELK 8A/511

Nach Durchführung der Sicherungsmaßnahmen werden Maßnahmen für das Bergen getroffen. Das Bergen beinhaltet das Lösen, Heben und Laden der Gebinde und ggf. loser Abfälle innerhalb der Einlagerungskammer. Die Ausführung der Bergemaßnahmen ist abhängig von Lage und Zustand der Gebinde sowie von der Befahrbarkeit der Sohle. Bei einer standsicheren Sohle (Grundkonzept) können flurgebundene **Werkzeugträger** eingesetzt werden, welche die zuvor genannten Tätigkeiten mittels unterschiedlicher **Werkzeuge** ausführen können. Sind die Gebinde weitestgehend intakt, sind einfache **Werkzeuge** zum Heben und Laden ausreichend. Sollte sich jedoch aus der Erkundung ergeben, dass einige Gebinde verformt oder beschädigt sind und beispielsweise Bitumen ausgetreten, ist ein zusätzliches **Werkzeug** zum Trennen notwendig. Erfolgt das Bergen der Gebinde ausgehend von einem firstnahen Zugang (Alternativkonzept), kommt hierzu ein Kragarmkransystem zur Anwendung. In Kapitel 6 sind die verschiedenen Konzepte zur Bergung der Gebinde dargestellt.

2.7 UMPERPACKUNG

Im Zuge der Bergung der Gebinde bzw. ggf. lose vorliegenden radioaktiven Abfällen werden diese in einen Innenbehälter eingebracht und anschließend in der Inneren Schleuse in eine Umverpackung mittels Doppeldeckelschleuse eingestellt. Die Umverpackung dient dem sicheren Transport, so dass es nicht zur Kontaminationsverschleppung in den Sonstigen Grubenraum bzw. in die Umwelt kommen kann. Zur Reduzierung der Direktstrahlung hat die Umverpackung eine entsprechende Abschirmwirkung.

Die **Wahl** der Umverpackung hat einen großen Einfluss auf den gesamten Rückholungsprozess. Haben die Umverpackungen beispielsweise ein großes Fassungsvermögen, so kann die Anzahl der Schleus- und Transportvorgänge gering gehalten werden. Zu beachten ist jedoch, dass große Umverpackungen mit einem hohen Gewicht verbunden sind, welches sich nachteilig auf die Schleus- und Transportvorgänge auswirkt. Ein Optimum in Bezug auf Flexibilität für die Nutzung für Gebinde und Haufwerk, Anzahl der Schleusvorgänge, Gewicht, Handhabbarkeit und Schachtgängigkeit stellt eine kleine Multi-Umverpackung dar.

Die verschiedenen Möglichkeiten von Umverpackung und deren Dimensionierung und Auslegung sind in Kapitel 7 detailliert beschrieben.

2.8 TRANSPORT

Transportstrecken sind einerseits erforderlich für den Transport von Geräten und Materialien, die für die Rückholung der Abfälle aus ELK 8a/511 notwendig sind und andererseits für den Abtransport geborgener und umverpackter Gebinde. Für den Transport der Gebinde sowie der eingesetzten Geräte und Materialien kommen unterschiedliche Transportmittel in Frage. Bei der **Wahl** eines geeigneten Transportmittels ist dabei neben den Abmessungen und Gewichten der zu transportierenden Materialien auch die Steigung/Neigung, Kurvenradien und Streckenquerschnitte der Transportstrecken zu berücksichtigen. Als Transportmittel stehen vorrangig schienengebundene Fahrzeuge wie Einschienenhängebahn sowie gleislose Flurfahrzeuge zur **Wahl**. Diese werden in Kapitel 8 beschrieben.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 27 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Nach dem Bergen der Abfälle und Schleusen der umverpackten Abfallgebände (und ggf. erforderlicher Pufferlagerung im Äußeren Arbeitsbereich) erfolgt der Transport der Gebände von der Äußeren Schleuse bis zum Füllort am Schacht. Das Füllort ist der Umschlagplatz der Abfallgebände vom Transportmittel in den Förderkorb des Förderschachtes. Die Festlegung, ob die Gebände über Schacht Asse 2 oder Schacht Asse 5 nach über Tage transportiert werden, ist derzeit offen und erfolgt erst im Rahmen der weiteren Planung. In der vorliegenden Konzeptplanung wurden die Möglichkeiten zur Nutzung beider Schächte betrachtet.

Die Anbindung an Schacht Asse 2 erfolgt am Füllort auf der 490-m-Sohle. Von hier aus kann der Transport über die vorhandene **Wendelstrecke** und die **Richtstrecke** nach Osten auf der 511-m-Sohle sowie über eine anschließende **Neuauffahrung** von der **Richtstrecke** nach Osten zum Zielgebiet auf der 511-m-Sohle erfolgen. Alternativ kann über eine komplette **Neuauffahrung** vom Füllort Schacht Asse 2 auf der 490-m-Sohle zum Zielgebiet auf der 511-m-Sohle eine Transportstrecke eingerichtet werden. Bei einer Nutzung von Schacht Asse 5 sind deutlich größere Transportentfernungen vom Schacht zur Einlagerungskammer zurückzulegen. Der Anschluss an Schacht Asse 5 erfolgt am Füllort auf der 595-m-Sohle (DMT, 2017). Von hier aus führt der Transportweg über die neu aufzufahrende Verbindung zur **Wendelstrecke** und von dort aus entweder über das Füllort 490-m-Sohle / Schacht Asse 2 und weiter über eine **Neuauffahrung** zum Zielgebiet auf der 511-m-Sohle oder alternativ aus der **Wendelstrecke** über die **Richtstrecke** nach Osten auf der 511-m-Sohle und eine anschließende **Neuauffahrung** zum Zielgebiet auf der 511-m-Sohle. Die verschiedenen Transportwege für die Anbindung an die Schächte Asse 2 bzw. Asse 5 werden in Kapitel 4 detailliert erläutert.

Nach dem Transport der Gebände zum Füllort am Schacht erfolgt die Beladung des Förderkorbes, die sogenannte **Beschickung**. Um die Transportschritte gering zu halten und Umschläge der Umverpackungen zu vermeiden, ist eine Abstimmung von Transportmittel und Beschickungseinrichtung sinnvoll. Beispielsweise können die Umverpackungen im Förderkorb platziert werden, indem die EHB durch diesen hindurch fährt. Die Be- und Entschickung (d. h. die Entladung) erfolgt automatisiert und mannos, um die Arbeitssicherheit und den Strahlenschutz für das Personal bestmöglich zu gewährleisten. Die Entladevorrichtung über bzw. unter Tage muss auf die Beladevorrichtung abgestimmt sein. Die Be- und Entschickung des Förderkorbes wird in Kapitel 8 beschrieben.

2.9 ABSCHLIEßENDE ARBEITEN

Nach Abschluss der Bergung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 erfolgen die vorbereitenden Maßnahmen zur Verfüllung der Einlagerungskammer. Die im Inneren Arbeitsbereich eingesetzten Maschinen und **Werkzeuge** werden – sofern möglich – dekontaminiert und weiterverwendet, z. B. für die Rückholung der schwachradioaktiven Abfälle von der 725- bzw. 750-m-Sohle. Die Dekontamination erfolgt in den Schleusen bzw. im Äußeren Arbeitsbereich. Ebenso werden die Infrastrukturbauten wie Schleusenbauwerke, Bewetterungseinrichtungen etc. einer Kontaminationskontrolle unterzogen, bei Bedarf dekontaminiert und wenn möglich (ggf. unter Tage) weiterverwendet. Sollte eine **Weiterverwendung** nicht möglich sein, wird das verwendete Equipment zerlegt und der Entsorgung zugeführt, sollte der Verbleib unter Tage nicht zulässig sein. Die Entsorgung der Reststoffe wird im 4. Teilbericht „Sicherheits- und Nachweiskonzept“ beschrieben.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 28 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Abschließend wird die ELK 8a/511 anforderungsgerecht verfüllt. Zusätzlich zur Einlagerungskammer werden ebenfalls die für die Rückholung der radioaktiven Abfälle genutzten Bereiche des Grubengebäudes verfüllt, sofern sie nicht anderweitig genutzt werden sollen. Dazu zählen die Grubenbaue, die zum Schleusen, Transportieren oder Lagern aufgefahren wurden. Die Verfüllung ist in Kapitel 9 ausführlich beschrieben.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 29 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

3 SKIZZIERUNG EINER SITUATIONSANGEPASSTEN PLANUNG ZUR SICHERUNG DER EINLAGERUNGSKAMMER UND BERGUNG DER GEBINDE

Konzepte für eine Leerung der ELK 8a/511 können mit unterschiedlichen Strategien erarbeitet werden. Eine Strategie kann darin bestehen, lediglich ein Konzept vorzusehen und zu planen, welches in jedem Fall anwendbar ist und mit dem die Einlagerungskammer unter allen erdenklichen Umständen geleert werden kann. Mit hoher **Wahrscheinlichkeit** führt ein solches Konzept zu einer überkonservativen Planung, in Folge dessen die Ausführung mit einem wesentlich höheren als dem tatsächlich erforderlichen Aufwand vorgenommen wird und folglich unangemessen langwierig und kostenintensiv sein würde. Eine vorherige Erkundung ist bei einer solchen Strategie nicht erforderlich oder kann auf ein Minimum beschränkt werden, da eine Entscheidungsfindung zwischen verschiedenen Konzepten nicht erfolgt, da die tatsächlichen Gegebenheiten weitgehend unberücksichtigt bleiben. Eine weitere Strategie kann darin bestehen, mit der Planung erst dann zu beginnen, wenn alle notwendigen Erkundungsergebnisse vorliegen. Diese Strategie führt jedoch zu erheblichen Verzögerungen, insbesondere dann, wenn die Erkundungsergebnisse erst nach Öffnung der Einlagerungskammer vorliegen und die Planung aktualisiert werden muss.

Die dritte Strategie beinhaltet eine Synchronplanung. Bei einer Synchronplanung wird die Planung synchron zum steten Erkenntnisgewinn im Zuge des Erkundungsfortschritts angepasst. Diese Planungsstrategie hat in diesem Fall den Nachteil, dass nicht immer auf etablierte Technologien zurückgegriffen werden kann, sondern diese kurzfristig ggf. erst entwickelt und womöglich nach kurzer Zeit und neuen Erkenntnissen wieder verworfen werden müssten. Die Folge ist eine aufwändige Planung, die möglicherweise ebenfalls eine Verzögerung der Rückholung bewirken würde.

Die vierte Strategie beschreibt eine situationsangepasste Planung. Diese verfolgt zur Sicherung der Firste und Stöße sowie Bergung der Gebinde ein Vorgehen, bei der die Rückholung nicht pauschal mit einem einzigen Konzept und ungeachtet der tatsächlich vorhandenen Situationen durchgeführt wird. In Abhängigkeit der Erkundungsergebnisse sind dazu vielmehr mehrere Rückholkonzepte erforderlich, die bei Bedarf herangezogen werden können. Zum einen wird eine solche Planung für alle erwarteten Situationen nötig und erarbeitet und ist damit abdeckend. Zum anderen kann je nach Erkundungsergebnis umgehend auf bereits erarbeitete Planungen zurückgegriffen werden. Mit dieser Strategie braucht nach einem neuen Erkundungsergebnis und damit einhergehenden geänderten Randbedingungen wenig Zeit für die Planung verwendet werden. Diese Zeit kann dann stattdessen für die Ausführungsplanung und ggf. Maschinenentwicklung genutzt werden. Die Strategie ermöglicht, die erforderlichen Maßnahmen den Erkundungsergebnissen anzupassen, die in Folge dessen zweckmäßig, hinreichend und bezogen auf die angetroffene Situation angemessen sind. Daher wird für die Konzeptplanung zur Rückholung der **MAW**-Gebinde eine situationsangepasste Planung erstellt.

3.1 VORBEMERKUNGEN

Die zum heutigen Zeitpunkt vorliegenden Informationen z. B. über den Kammer- und Gebindezustand stammen überwiegend aus der Zeit, als das auf der 511-m-Sohle vorhandene Bleiglasfenster noch zugänglich war (Abbildung 1). Der Bereich südlich des Bleiglasfensters wurde 1998 mit Beton verfüllt (BfS, 2009). Daher ist das Fenster nicht mehr nutzbar.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 30 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

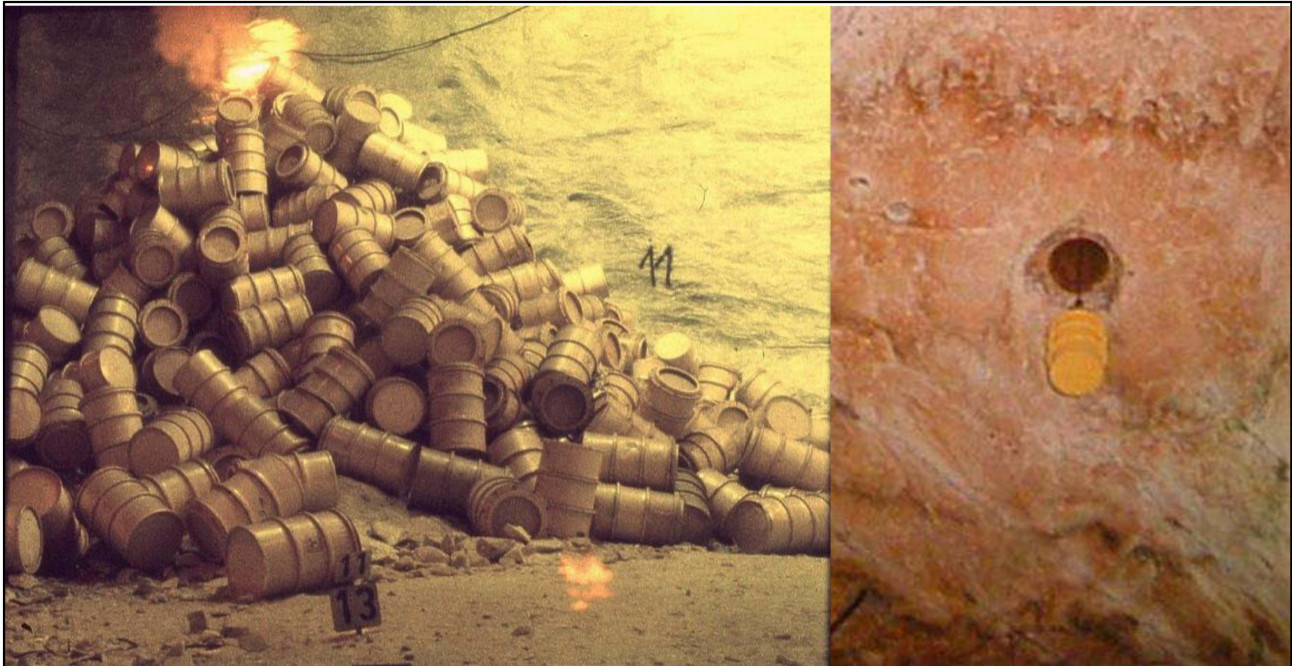


Abbildung 1: Blick durch das Bleiglasfenster in die ELK 8a/511, ca. 1984 (links); Blick auf die Firste der ELK 8a/511 vor Verschluss des Sohlenzugangs, 1972 (BGE, 2017)

Zum Zeitpunkt der Aufnahme waren die auf dem Foto erkennbaren Gebinde augenscheinlich überwiegend unzerstört und intakt, die Sohle dem Anschein nach befahrbar und es war Platz zum Manövrieren von Maschinen auf der Sohle vorhanden. Die Firste ist Anfang der 70er Jahre augenscheinlich standsicher (Abbildung 1, rechts). Da keine Löser auf den Gebinden liegen (Abbildung 1, links), war die Firste auch bis zur Aufnahme im Jahr 1984 zumindest in dem fotografierten Ausschnitt weiterhin standsicher. Ob die Firste vor der Einlagerung der zu diesem Zeitpunkt 10 Jahre alten Kammer saniert oder die Sohle nachgeschnitten wurde, ist nicht bekannt. Über den Zustand der Stöße liegen über die visuellen Befunde hinaus keine Informationen vor.

Da die Einlagerungskammer seit dem Verschluss des Bleiglasfensters unbeobachtet ist, liegen seit diesem letzten bekannten Foto vor ca. 35 Jahren keine belastbaren Informationen über den Zustand des Gebirges und der Gebinde vor. Ein vergleichbarer Zustand wie zum Zeitpunkt der Einlagerung kann auf Grund dieses langen Zeitraums keinesfalls von vornherein unterstellt werden. Das Gebirge kann sich zeitabhängig verformt haben und der Zustand der Firste, Stöße und Sohle verändert sein. Die Ergebnisse einer Georadarerkundung im Jahr 2016 von der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle aus lassen prinzipiell auf einen wenig geschädigten bzw. noch weitgehend intakten Schwebenkern schließen (Asse-GmbH, 2017b). Eine eindeutige Bewertung des Zustandes der Schweben zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer und dabei insbesondere der direkten Firstkonturen der Einlagerungskammer ist auf Basis der räumlich begrenzten Radarmessungen jedoch nicht möglich. Radiologische Filterbefunde lassen sich als Hinweis auf Beschädigung von Gebinden durch vereinzelte Ausbrüche aus der Firste der ELK 8a/511 oder durch Korrosion und ggf. Gasbildung interpretieren (Asse-GmbH, 2017c). Ohne Überprüfung kann nicht davon ausgegangen werden, dass der Zustand des Gebirges im Bereich der ELK 8a/511 nach 35 Jahren unverändert ist. Andererseits gibt es aber auch keine Hinweise darauf, dass die Firste in der Zwischenzeit völlig instabil geworden ist und umfangreiche und aufwändige ausbautechnische Maßnahmen erforderlich wür-



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 31 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

den. Weitere Untersuchungen, beispielsweise durch Kamerabefahrungen in den vorhandenen Bohrungen zwischen 8a/490 und der ELK 8a/511, sind daher als nächste Erkundungsmaßnahme unerlässlich (siehe Kapitel 10).

Die Erkundung der Einlagerungskammer wird weitere wichtige Hinweise über den Zustand der Gebinde geben. Sind die Gebinde weitgehend unzerstört und noch stabil, können sie mit vergleichsweise wenig Aufwand geborgen werden. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass die Gebinde durch Korrosion oder durch mechanische Einwirkungen beschädigt und nicht mehr intakt sind (Asse-GmbH, 2017c). Sind darüber hinaus noch umfangreiche ausbautechnische Maßnahmen zur Stabilisierung der Schweben zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer erforderlich, ist eine Bergung deutlich aufwendiger als bei intakten Gebinden und standsicherer Einlagerungskammer.

Die tatsächlich vorhandenen Situationen sind derzeit noch unbekannt. Der Zustand der Einlagerungskammer und der Gebinde beeinflusst den erforderlichen Aufwand für die Rückholung. Um den Zustand zu ermitteln, ist eine Erkundung der relevanten Aspekte notwendig. Das optimale Rückholkonzept ist somit erst nach der Erkundung festlegbar. Um bereits heute ein je nach Situation abgestuftes und angepasstes Gesamtkonzept zur Rückholung auch ohne Erkundungsergebnisse zu erarbeiten, werden zunächst alle erwartbaren Situationen erfasst und beschrieben sowie in deren Abhängigkeit die für eine Entscheidung relevanten Kriterien erarbeitet. Die entscheidungsrelevanten Kriterien werden anschließend in einer Einflussanalyse anhand eines Flussdiagramms miteinander in Bezug gesetzt. Daraus ergibt sich eine Vielzahl von situationsabhängigen Handlungsabläufen, die zu unterschiedlichen Konzepten einer Rückholung zusammengefügt werden. Die Darstellung anhand eines Flussdiagramms vermeidet auf Grund der konsequenten Beziehungen und systematischen Vorgehensweise Doppelungen und deckt Lücken auf.

Im Flussdiagramm wird einerseits deutlich, dass je nach Entscheidungsfaktor Rückholkonzepte notwendig oder zulässig sind, andere aufwändige nicht erforderlich sind oder noch andere ausgeschlossen werden müssen. Andererseits wird auch offenkundig, dass sich die Eignung oder Untauglichkeit von Konzepten an Hand weniger entscheidungsrelevanter Kriterien definieren lässt. Das ist insofern von großem Vorteil, da entscheidungsrelevante Kriterien auf diese Weise von nicht entscheidungsrelevanten Kriterien unterschieden werden können. Das hat zur Folge, dass für eine Entscheidung über ein Konzept die Erkundung nicht als vollumfängliche Erkundung konzipiert werden braucht, sondern nur gezielt Informationen über die entscheidungsrelevanten Kriterien gewonnen werden müssen.

In der situationsangepassten Planung stehen Konzepte zur Verfügung, die je nach vorhandener Situation zum Tragen kommen. Da die tatsächlichen Situationen des Kammer- und Gebindezustandes auf Grund der fehlenden Erkundung heute noch nicht bekannt sind, werden Annahmen auf der Grundlage von bisherigen Kenntnissen und Erwartungen getroffen und in Szenarien beschrieben.

Für jedes Szenario existieren z. T. mehrere in Frage kommende technische Umsetzungsmöglichkeiten, wie z. B. die Auswahl von Betriebsmitteln oder die Anwendbarkeit von Technologien. Diese verschiedenen Möglichkeiten der Umsetzung werden anhand einer Darstellung der jeweiligen Vor- und Nachteile auf Basis von Beurteilungskriterien in einem Variantenvergleich gegenübergestellt und diskutiert (DMT, 2018). Die jeweils bevorzugte Variante erfüllt die an sie gestellte Aufgabe hinreichend und ist die optimale Lösung hinsichtlich Sicherheit, Schnelligkeit und Aufwand. Dabei wird insbesondere auch die Tatsache berücksichtigt, dass in die ELK 8a/511 lediglich 1.301 Gebinde eingelagert wurden. Sollten einzelne oder mehrere Situationen für den gebirgsmechanischen Zustand und den Zustand der Gebinde nicht zutreffen, kann das jeweilige Konzept durch den Austausch oder Entfall einzelner Varianten innerhalb der Umsetzungsmöglichkeit situationsgerecht angepasst werden.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 32 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Je nach Erkundungsergebnis stehen für die Rückholung durchführbare Konzepte bereit. Wenn für alle erwartbaren Situationen ein optimal anwendbares Rückholkonzept erarbeitet wurde, kann die Planung als abdeckend bezeichnet werden. Unter einer abdeckenden Planung wird demnach nicht die vollständige Zusammenstellung und Ausarbeitung aller möglichen Rückholkonzepte verstanden; vielmehr werden Konzepte ausgewählt und erarbeitet, mit denen eine Rückholung bei den unterschiedlichen Situationen von Gebirge und Gebinden in jedem Fall sicher, schnell und mit minimal möglichem Aufwand möglich ist.

3.2 STANDSICHERHEIT DER EINLAGERUNGSKAMMER

Die Bergung der Gebinde aus der ELK 8a/511 erfolgt mit fernbedienten Maschinen. Es ist jedoch zu unterstellen, dass sich mindestens in Fällen einer Intervention Menschen ggf. kurzfristig in der ELK 8a/511 aufhalten. Somit muss der Grubenraum begehbar, d. h. standsicher, sein.

Ein Grubenbau ist dann standsicher, wenn durch Gebirgsverformungen keine Gefährdung zu erwarten ist. Er wird als „beherrscht“ bezeichnet, wenn er nicht nur standsicher ist, sondern über die gesamte Nutzungsdauer ohne unplanmäßige Sanierung genutzt werden kann und Betriebsmittel durch Gebirgsverformungen keinen Schaden nehmen. Für einen beherrschten Grubenbau ist eine eigen-tragfähige Firste keine Voraussetzung; vielmehr kann im Zuge einer gebirgsmechanisch-ausbautechnischen Planung eine geschädigte Firste durch geeignete Ausbaumaßnahmen ertüchtigt und damit beherrscht werden. Ebenso sind Sanierungen des Grubenbaus statthaft, sofern sie bereits bei der Planung berücksichtigt und in den Betriebsablauf eingeplant werden. Als Sichern wird ein Vorgang bezeichnet, bei dem der Grubenbau ohne Ausbaumittel ertüchtigt wird (z. B. durch Nachschneiden/Fräsen) des Gebirges. Unter Ausbauen wird der Vorgang verstanden, wenn die Standsicherheit eines Grubenbaus durch Verwendung von Ausbaumitteln wie z. B. Gebirgsankern erreicht wird.

Eine grundsätzliche Voraussetzung zur Erlangung einer Genehmigung nach Atomrecht zur Rückholung ist der Nachweis, dass die erforderliche Vorsorge gegen Schäden beim Umgang mit radioaktiven Stoffen getroffen ist. Darum muss für jeden Grubenbau, in dem mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird oder der im Hinblick auf die Einhaltung der radiologischen Schutzziele (BfS, 2016) sicherheitstechnisch bedeutsam ist, die Standsicherheit nachgewiesen und der Grubenbau beherrscht sein oder andere Maßnahmen getroffen werden, die eine entsprechende Genehmigungsfähigkeit erwirken.

Die ELK 8a/511 muss aus bergrechtlichen und aus Gründen des Strahlenschutzes während der Bergung standsicher sein. Sofern Ausbauarbeiten an der Firste der Einlagerungskammer erforderlich sind, löst sich Gestein während der Sicherungs- und Ausbauarbeiten in der Nähe der Bearbeitungsstelle z. B. beim Fräsen. Die verwendeten Betriebsmittel sind immer und unvermeidbar einer mehr oder minder großen Gefahr durch herabfallendes Gebirge ausgesetzt. Darum müssen die Maschinen gegen fallendes Gebirge geschützt sein, die Gesteinskörper durch Rutschen abgeleitet und aus geschütztem Bereich heraus gearbeitet werden. Diese Maßnahmen dienen, sofern Arbeiten direkt über den Gebinden stattfinden, gleichzeitig dem Schutz dieser. Sollten Menschen den Grubenraum in einem Interventionsfall kurzzeitig betreten müssen (z. B. um ein Betriebsmittel instand zu setzen), müssen sie ausreichend geschützt sein.

Die Bergung soll so störungsfrei wie möglich erfolgen, um das Risiko der Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung zu reduzieren. Werden Betriebsmittel durch einen unplanmäßigen und sogar umfangreichen Ausbruch verschüttet und beschädigt, ist dadurch die Bergung unterbrochen. Die planmäßige Nutzung der Einlagerungskammer ist somit nicht möglich, die Einlagerungskammer nicht beherrscht und der Grund dafür, die Bergung in einer beherrschten Einlagerungskammer durchzuführen. Sollte schon bei der Planung absehbar sein, dass die Einlagerungskammer nicht



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 33 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

beherrschbar ist, werden die Ausbauarbeiten bei ungeöffneter Einlagerungskammer z. B. von außerhalb durchgeführt. Auf diese Weise ist ebenfalls ausgeschlossen, dass Gebinde durch Ausbrüche bei geöffneter Einlagerungskammer zerstört werden. Sollte wider Erwarten während der Sicherungs- und Ausbauarbeiten trotzdem ein Ausbruch entstehen, muss die Standsicherheit erneut und nach dem dann entstandenen Zustand nachgewiesen werden.

3.3 ERLÄUTERUNG DES PRINZIPS DER SITUATIONSANGEPASSTEN PLANUNG ANHAND EINER EINFLUSSANALYSE

Die der situationsangepassten Planung zu Grunde liegenden Abhängigkeiten lassen sich anhand eines Flussdiagramms (Anhang 1 und 2) verdeutlichen. Hierin sind mit den Flussdiagrammsymbolen „Raute“ und „Rechteck“ Verzweigungen und Prozesse dargestellt. Diese Symbole sind mit Nummern gekennzeichnet. Die Nummern finden sich im Text vergleichbar zu einer Aufzählung und dienen der Übersicht und Orientierung zwischen dem Diagramm und dem erläuternden Text. Anführungszeichen im Text deuten auf gleiche oder ähnliche Formulierungen in den Symbolen des Flussdiagramms hin und sollen wie die Nummern ebenfalls der Orientierung und Übersichtlichkeit dienen. Im Text finden sich zudem die Hinweise wie (→ „Nummer“) und („Nummer“ ←). Mit den in Klammern gesetzten Nummern mit Pfeil wird entweder auf das folgende Symbol mit dieser Nummer hingewiesen (→ „Nummer“ = weiter zu Symbol mit dieser „Nummer“) oder auf das vorherige Symbol mit dieser Nummer zurückverwiesen (Nummer ← = zurück zu Symbol „Nummer“).

Für eine Verzweigung (Raute) wird eine Entscheidungsfrage gestellt, deren Antwort „ja“ oder „nein“ ist und als Entscheidung im Flussdiagramm eine Verzweigung zur Folge hat. Bei der Antwort „ja“ führt die anschließende Linie grundsätzlich senkrecht nach unten aus der Raute heraus, bei der Antwort „nein“ seitlich. Mit dem für Prozesse verwendeten Rechteck werden Maßnahmen oder Aussagen gekennzeichnet.

Durchgezogene Linien stellen eine Zwangsläufigkeit zum nächsten Diagrammsymbol und eine kausale Verknüpfung dar. Sind die Linien gestrichelt dargestellt, existiert keine Zwangsläufigkeit zum nächsten Diagrammsymbol und deutet darauf hin, dass eine Wahlmöglichkeit besteht. Das Flussdiagramm dient der Entscheidungsvorbereitung zur Auswahl einer geeigneten Vorgehensweise zur Rückholung der MAW-Gebinde.

Die Diagrammsymbole sind in Abhängigkeit der Herkunft der Entscheidungsfaktoren farblich gekennzeichnet:

- a. Gelb: Gebirgsmechanischer Zustand der ELK
- b. Blau: Ausbautechnik
- c. Braun: Bergetechnik
- d. Hellbraun: Zustand der eingelagerten Gebinde
- e. Grün: Leerungsweise

In den nachfolgenden Unterkapiteln 3.3.1 bis 3.3.5 wird die situationsangepasste Planung anhand eines Flussdiagramms für die Rückholungsphasen Sichern und Bergen beschrieben. Für die sonstigen Phasen der Rückholung Anbinden, Umverpacken / Schleusen sowie Transportieren ist die Darstellung in einem Flussdiagramm aufgrund der geringeren Komplexität der möglichen Verfahren der Umsetzung nicht sinnvoll.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 34 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

3.3.1 Sichern und Ausbauen der Firste

Bei der Planung wird zu Grunde gelegt, dass keine Gefahr für Mensch und Maschine bei den Arbeiten in der Einlagerungskammer bestehen darf. Diese Gefahr darf trotz fernbedienter Maschinen auch im Interventionsfall, bei der Instandsetzung von Maschinen oder dem Abtransport nicht auftreten. Somit muss, um den Betriebsablauf zu sichern und Unplanmäßigkeiten im Betriebsablauf auszuschließen, zuerst die Standsicherheit hergestellt werden, bevor die Gebinde geborgen werden können.

Ziel der Sicherungsmaßnahme ist es, eine für die Rückholung der Gebinde beherrschte und stand-sichere Firste herzustellen.

- (1) Darum muss im Zuge der Erkundung zunächst ermittelt werden, ob die „Fiste vollständig beherrscht“ ist. Für den Fall, dass die Firste nicht vollständig beherrscht ist, muss die vorhandene Schadensituation erkundet werden, da die Maßnahmen zur Sicherung des Gebirges von der Schadensituation des Gebirges abhängig sind. Zur Beurteilung wurden 4 Schadenssituationen festgelegt (Abbildung 2). (Hinweis: Die in Abbildung 2 in der ELK 8a/511 erkennbaren braunen Dreiecke als Umhüllende des Gebindekegels stellen mögliche Ausdehnungen des Gebindekegels dar und wurden zu dessen Erstellung notwendig. Dieser Hinweis gilt ebenso für die folgenden Darstellungen des Gebindekegels.)

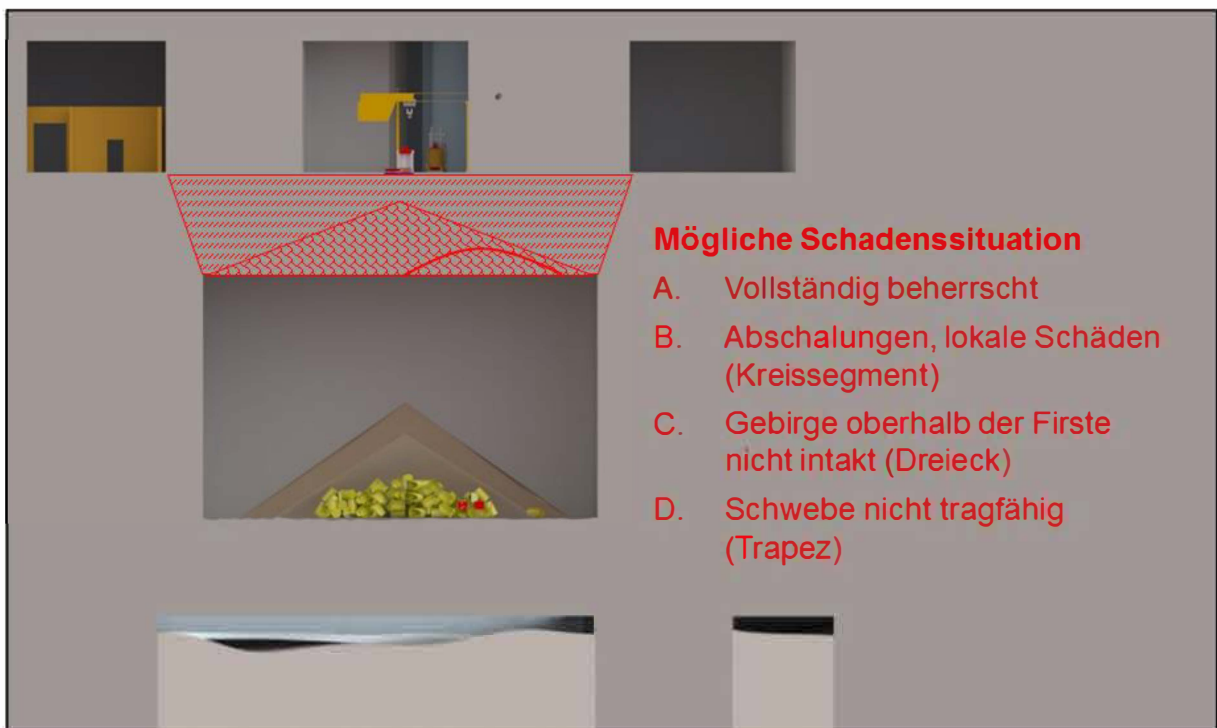


Abbildung 2: Mögliche Schadenssituationen der Firste

- A. Vollständig beherrscht: Bei einer solchen Schadenssituation hat sich der Zustand der Firste gegenüber dem Zustand bei der Einlagerung nur wenig verändert und es sind keine Maßnahmen zu Beherrschung der Firste notwendig.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 35 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- B. Für Abschalungen und lokale Schäden sind Sicherungs- und Ausbaumaßnahmen in geringem Umfang erforderlich. Lokale Beschädigung können z. B. durch Nachschneiden beseitigt werden, sofern dies der Herstellung der Standsicherheit dient. Bei den Sicherungs- und Ausbauarbeiten können gefrästes Gebirge oder kleinere Abschalungen aus der Firste fallen. Eine Gefährdung für Mensch und Maschinen durch herunterfallendes Gebirge wird durch technische Maßnahmen verhindert. Ausbrüche, die Betriebsmittel verschütten oder Gebinde zerstören, sind bei dieser Schadensituation nicht zu erwarten.
- C. Ist das Gebirge oberhalb der Firste nicht intakt, ist ein breites Schadensspektrum zu erwarten. Kennzeichnend für eine Schadensituation C sind Ausbrüche. Das Gebirge oberhalb der Firste ist nicht mehr intakt und kann z. B. entlang der Bruchlinien des dargestellten Dreiecks (Abbildung 2) ausbrechen. Ein Nachschneiden der Firste allein reicht nicht mehr aus; es werden ausbautechnische Maßnahmen erforderlich. Bei dieser Schadensituation der Firste sind Ausbauarbeiten schwieriger durchzuführen, als beim Gewinnungsbergbau. Dies wird anhand des nachfolgenden Beispiels bei einer normalen Herstellung eines Grubenbaus verdeutlicht.

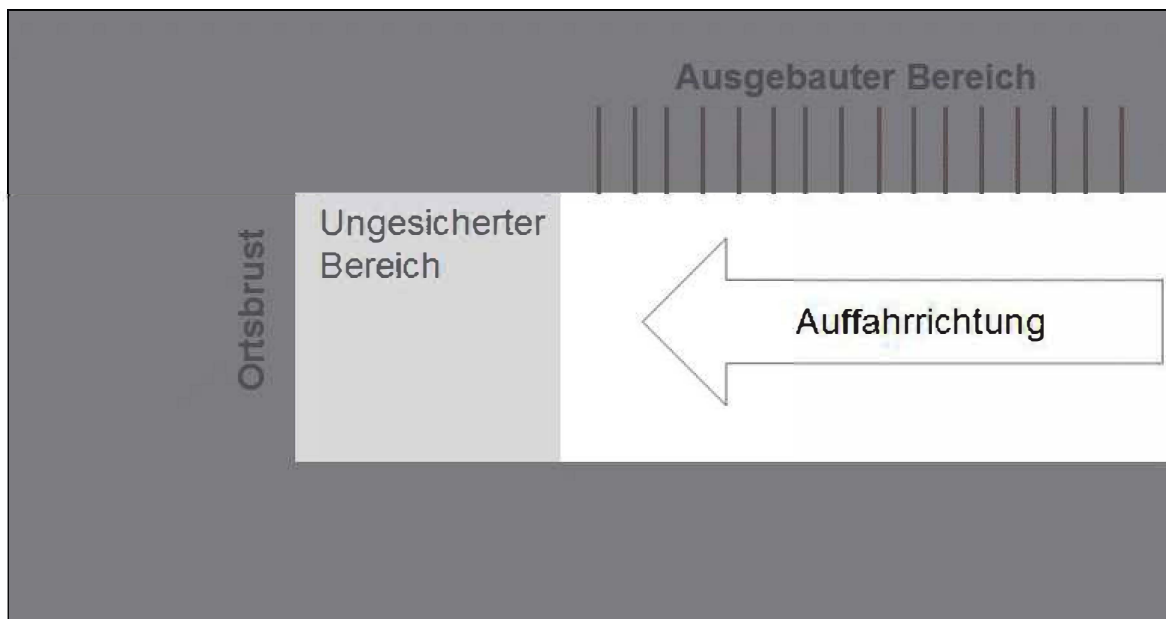


Abbildung 3: Sicherungsarbeiten bei der Auffahrung einer Strecke mit Hilfe von Anker- ausbau

Bei der Auffahrung eines Grubenraums (z. B. einer Strecke) erfolgt die Verlängerung der Strecke (Abbildung 3, grau) immer aus einem sicheren Bereich. Entweder ist der ungesicherte Bereich auf Grund der Gebirgseigenschaften von sich aus standsicher oder wird bei nicht eigentragfähigem Gebirge ausgebaut. Während der Ausbauarbeiten stützt sich das neu freigelegte Gebirge sowohl auf dem temporären Ende der Strecke (der Ortsbrust) als auch auf dem Ausbau ab.

Die Länge des freigelegten und noch nicht gesicherten Bereiches beträgt wenige Meter. Die Ausbauarbeiten finden im Gewinnungsbergbau immer unter noch nicht gesichertem Gebirge statt. Schäden an Betriebsmitteln oder Verletzungen der Belegschaft durch „Steinfall“ sind darum nie vollständig auszuschließen. Um das Risiko zu verringern, wird die

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 36 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Länge des ungesicherten Bereiches jedoch den Gebirgseigenschaften angepasst. Die freigelegte und nicht ausgebaute Fläche eines gebräunen Gebirges ist darum geringer, als die eines vergleichsweise standfesteren Gebirges. Auf diese Weise wird die sogenannte Ausbauperspätung verringert. Die Fläche des freigelegten Gebirges beträgt bei einer 5 m breiten Strecke dann üblicherweise selten mehr als ca. 10 – 20 m².

Bei der Firste der Einlagerungskammer beträgt die Ausbauperspätung jedoch Jahrzehnte und die freigelegte Fläche schon heute 400 m² – 500 m². In der Einlagerungskammer können theoretisch Schäden vorliegen, bei denen der ungesicherte Bereich so groß wie die ELK-Breite ist und damit ca. 20 m. Auch wenn die ersten Meter hinter dem Zugang zur Einlagerungskammer ausgebaut sind, kann die Kammerfirste insgesamt noch nicht als standsicher angesehen werden, da der für eine Standsicherheit notwendige Ausbau noch nicht vollständig eingebracht ist. Das Gebirge kann großflächig auch unter dem bereits mit Anker versehenen Bereich ausbrechen (Abbildung 4).

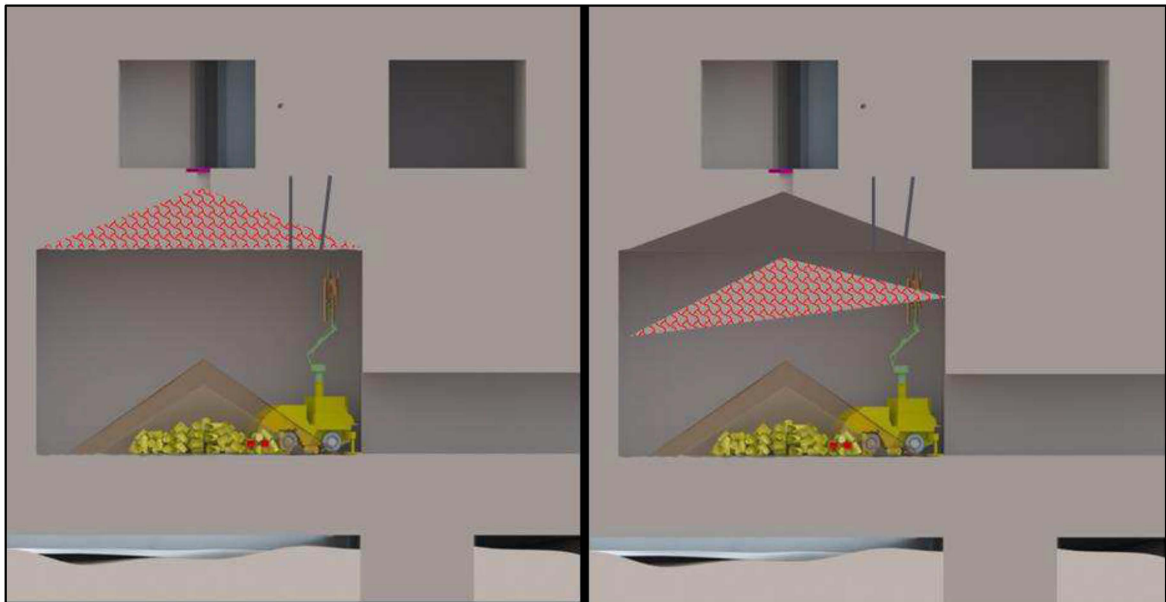


Abbildung 4: Sicherheitsarbeiten durch Ankerung bei Schadensituation C

Ein standsicherer Bereich unterhalb der Firste ist darum erst dann vorhanden, wenn der gesamte für die Standsicherheit notwendige Ausbau eingebracht ist, da ansonsten ein großer Bruchkörper aus der Firste herausfallen kann, auch wenn bereits einige Anker eingebracht sind. Ein Fahrzeug und Gebinde werden in diesem Fall verschüttet. Das Fahrzeug müsste erst freigelegt, geborgen und, wenn überhaupt möglich, wieder instandgesetzt werden. Darum können auch die Betriebsmittel nicht ohne weiteres in der Einlagerungskammer unter einem bereits ausgebauten Bereich platziert werden, da sie durch herabfallendes Gestein beschädigt und im schlimmsten Fall funktionsuntüchtig werden können. Eine solche Situation ist mit herkömmlichen Ausbausystemen und -elementen nur schwer beherrschbar.

Vor einer Entscheidung, ob die Firste sicherbar ist, muss die zu erwartende Schadensituation mit der nötigen Sicherheit feststehen. Sollte es nicht möglich sein, die Firste ohne das Risiko einer Verschüttung standsicher zu machen, führt das zwangsläufig dazu, dass



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 37 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

die Einlagerungskammer zunächst ungeöffnet bleibt und die Firste von außerhalb der Einlagerungskammer ausgebaut wird.

- D. Als stärkste Gebirgsverformung wird die Situation einer nicht mehr tragfähigen Schewebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer angesehen. Die Standsicherheit kann bei einer solchen Schadensituation mit herkömmlichen und die Eigentragfähigkeit des Gebirges wiederherstellenden Ausbaumitteln nicht erzielt werden.

Ist die „Firste vollständig beherrscht“ wird das Flussdiagramm bei (→2) fortgesetzt. Im Falle, dass die „Firste nicht vollständig beherrscht“ ist, finden sich die daran anschließenden Überlegungen unter (→4).

- (2) Sind ebenfalls die „Stöße vollständig beherrscht“, ist die
- (3) „ELK 8a/511 vollständig beherrscht“. Das Flussdiagramm kann mit Überlegungen zur Bergung der Gebinde fortgesetzt werden (→42, 43, 44).
- (4) Ist jedoch die „Firste nicht vollständig beherrscht“ (1←) und somit beschädigt, jedoch die „ELK-Sohle standsicher“ (4), wird geprüft, ob das
- (5) „Firstgebirge von der ELK-Sohle sicherbar“ ist. Diese Prüfung wird unter 3 Gesichtspunkten durchgeführt.
 - Zunächst wird die Schadensituation ermittelt: Das Firstgebirge ist von der ELK-Sohle nur dann sicherbar, wenn die Schadensituation B (Abbildung 2) vorliegt. Schadensituation C oder D führt dazu, dass das Firstgebirge von der ELK-Sohle aus nicht sicherbar ist.
 - Für Schadensituation B werden die erforderlichen ausbautechnischen Maßnahmen und die dazu nötigen Betriebsmittel ermittelt.
 - Der 3. Gesichtspunkt betrachtet die erforderlichen ausbautechnischen Maßnahmen in Abhängigkeit des Zustandes des ELK-Inhalts und bewertet, ob die erforderlichen ausbautechnischen Maßnahmen unter Berücksichtigung des ELK-Inhalts in der Praxis umsetzbar sind.
- (6) Ist die ELK-Sohle nicht standsicher (4←), aber die „ELK-Sohle sicherbar“ (6) wird die Prüfung in (5) ebenfalls durchgeführt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 38 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

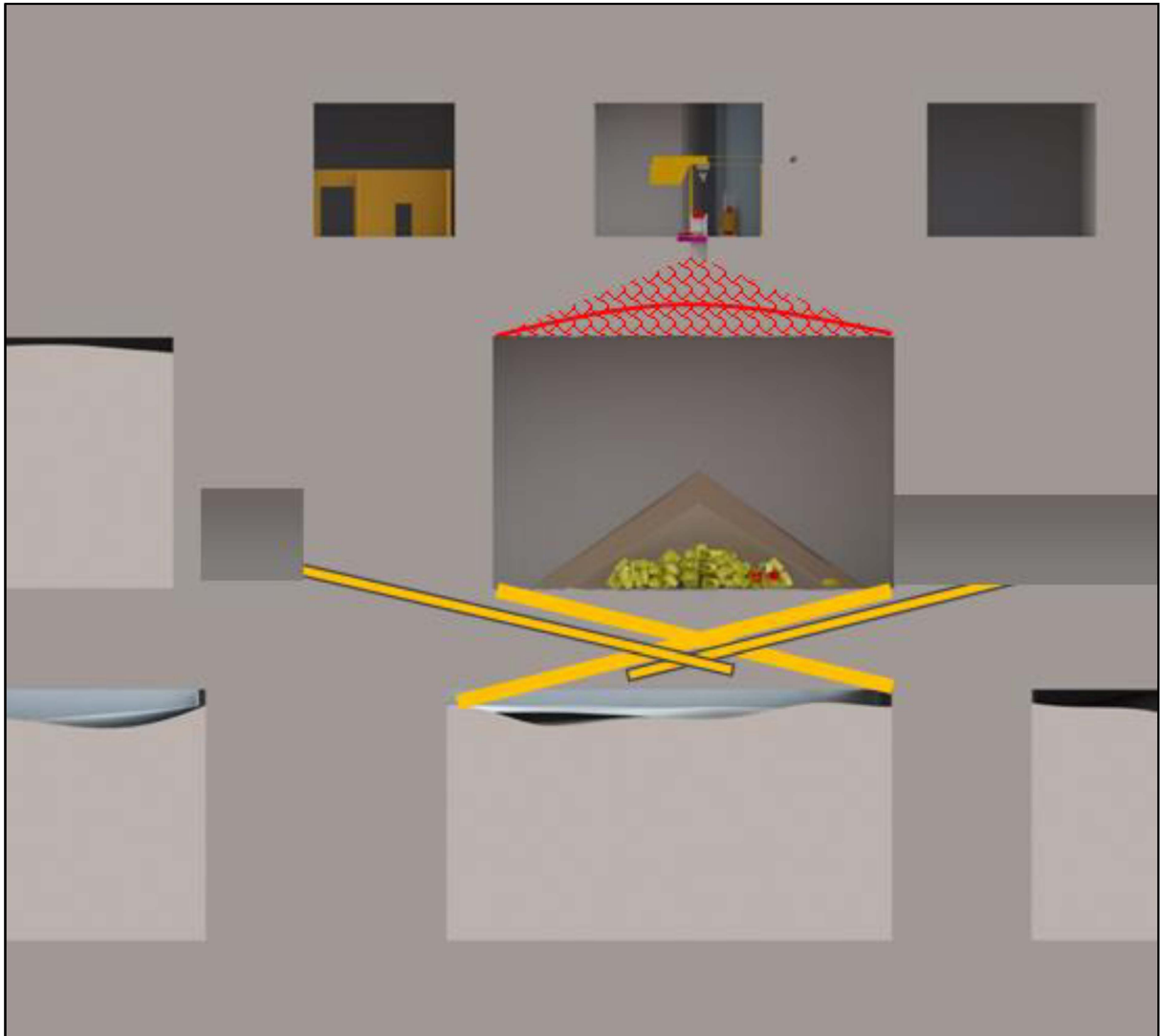


Abbildung 5: Sicherungsarbeiten der ELK-Sohle durch Injektionsmaßnahmen

Zur Sicherung der ELK-Sohle sind u. a. Verfestigungsmaßnahmen des Gebirges in der Sohle geeignet (Abbildung 5), die aus dem zukünftigen Zugang (rechts) oder zusätzliche Grubenbaue (links in der Feste) durchgeführt werden können.

- (7) Ist das „Firstgebirge von der ELK-Sohle sicherbar“ (5←) kommen sowohl ein „Zugang firstnah“ (→10) als auch ein „Zugang horizontal sohlennah“ (7) für den Zugang in die Einlagerungskammer in Betracht.
- (8) Die Sicherung der Firste erfolgt in Abhängigkeit der ausbautechnischen Notwendigkeiten und Möglichkeiten, dem Zustand des ELK-Inhalts sowie der in Frage kommenden Bergetechnik. Dieses Zusammenwirken wird im Kapitel 6.1 detailliert erläutert.
- (9) Für den unwahrscheinlichen Fall, dass das „Firstgebirge von der ELK-Sohle nicht sicherbar“ (5←) oder die „ELK-Sohle nicht sicherbar“ (6←) ist, müssen die Ausbauarbeiten für die Firste ohne Flurfahrzeuge durchgeführt werden. Dazu wird geprüft, ob die erforderlichen ausbautechnischen Maßnahmen wie z. B. Anker Ausbau oder Nachschneiden anwendbar sind und das „Gebirge von innerhalb der ELK sicherbar“ ist,

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 39 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- (10) was einen „Zugang firstnah“ erfordert, da die ELK-Sohle – wie bereits festgestellt – für Sicherungs- und Ausbaumaßnahmen nicht nutzbar ist.
- (11) Das „Sichern der Firste“ und die Auswahl der Ausbauelemente erfolgt ebenfalls in Abhängigkeit der angetroffenen Schäden. Die Abläufe sind im Zuge der Planung für das Alternativkonzept (Kapitel 6.2) detailliert erläutert.
- (12) Für den sehr unwahrscheinlichen Fall, dass das „Gebirge von innerhalb der ELK nicht sicherbar“ (9←) ist, wird geprüft, ob das „Gebirge von außerhalb der ELK stabilisierbar“ ist (Abbildung 6).

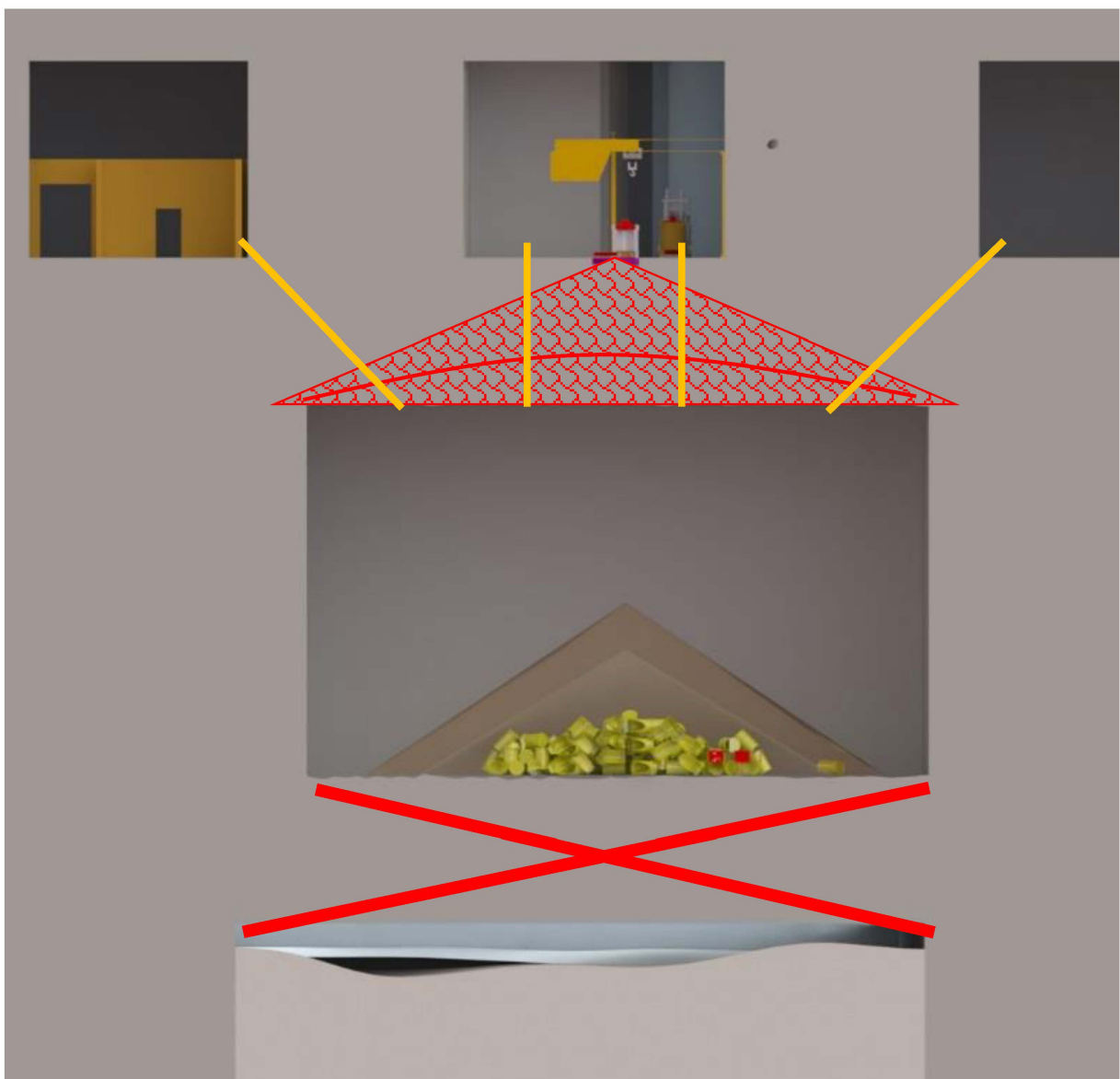


Abbildung 6: Stabilisieren der Firste durch Langanker (gelb) von außerhalb der Einlagekammer ggf. mit Gebirgsinjektionen

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 40 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Eine solche Maßnahme wird insbesondere dann angewendet werden, wenn die Schwebelagerung oberhalb der ELK-Firste nicht intakt (Schadensituation C), die Festigkeit des zertrennten Gebirges jedoch ausreichend wieder herstellbar ist. In dem Fall ist vorgesehen, die Schwebelagerung von der 490-m-Sohle mit Gebirgsankern (z. B. Seilankern) zu sichern und ggf. mit Injektionen zu verfestigen.

- (13) Ist das „Gebirge von außerhalb der Einlagerungskammer nicht stabilisierbar“ (12), liegt ein außerordentlich unwahrscheinlicher gebirgsmechanischer Zustand vor, bei dem das Gebirge oberhalb der ELK-Firste bis zur 490-m-Sohle so intensiv zerstört ist, dass die Eigen Tragfähigkeit nicht wieder herstellbar und die Schwebelagerung nicht mehr nutzbar ist (Schadensituation D). Bislang sind jedoch keinerlei Hinweise auf einen solchen Zustand der Schwebelagerung bekannt oder absehbar. Die Sohle der Beschickungskammer gibt keine Hinweise auf eine verringerte Tragfähigkeit, was z. B. eine sofortige Sperrung der Beschickungskammer nach sich ziehen würde. Eine nicht mehr tragfähige Schwebelagerung zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer ist nach derzeitiger Einschätzung auch zum Zeitpunkt der Rückholung außerordentlich unwahrscheinlich.

Im Rahmen einer abdeckenden Planung wurde eine solche Situation der Schwebelagerung zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer trotzdem nicht ausgeschlossen und geeignete ausbautechnische Maßnahmen beschrieben, mit denen die Firste der Einlagerungskammer für die Bergung standsicher gemacht werden kann. Da der Zustand des Gebirges eine Verfestigung nicht ermöglicht, ist hierzu ein Ausbau notwendig, der die Firste unterstützt. Als Widerlager für den unterstützenden Ausbau wird nicht wie üblich die Sohle genutzt, sondern die Unterstützung in den Stößen gebirgsverbunden hergestellt (Abbildung 7).

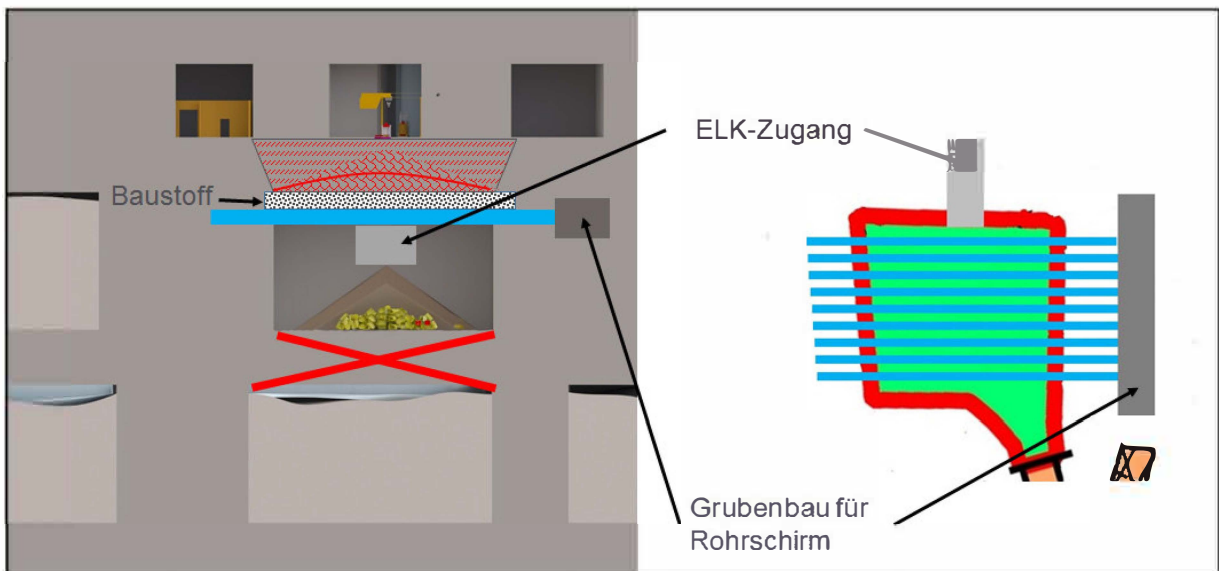


Abbildung 7: Horizontaler Rohrschirm als künstliche Firste

Als mögliche ausbautechnische Maßnahme wird geprüft, ob eine „künstliche Firste möglich“ (13) ist. Bei einer künstlichen Firste unterstützt eine neue Firste als Dach die geschädigte, indem die künstliche Firste in den Stößen verlagert wird oder die Schwebelagerung intensiv durch Röhre verstärkt wird. Diese Methode hat sich im Tunnelbau bewährt und wird z. B. mit einem horizontalen Rohrschirm erfolgreich praktiziert, der für diesen Anwendungsfall in Abbildung 7 skizziert ist.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 41 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Dazu ist mindestens ein neu aufzufahrender Grubenbau außerhalb der Einlagerungskammer notwendig; der Zugang zur Einlagerungskammer erfolgt aus gebirgsmechanischen Gründen vorzugsweise rechtwinklig zum Rohrschirm (Abbildung 7, rechts in dunkelgrau).

Bei der vorhandenen Anordnung der Grubenbaue auf der 490-m-Sohle besteht darüber hinaus die Möglichkeit einer künstlichen Firste ohne Auffahrung weiterer Grubenbaue, indem stabilisierende Träger schräg durch die Einlagerungskammer gebohrt und in die Sohle geböhnt werden (Abbildung 8).

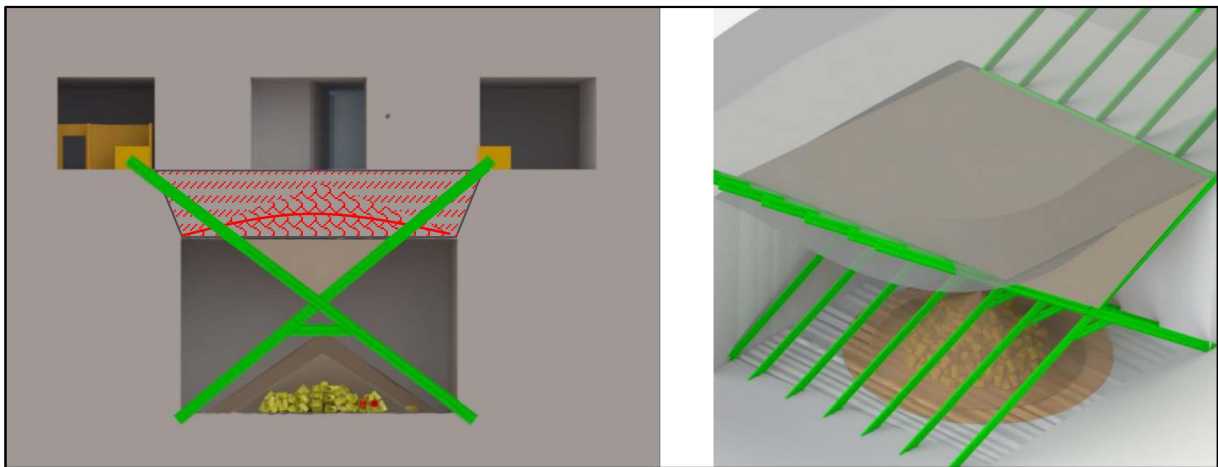


Abbildung 8: Querstabilisierung als künstliche Firste

Ist das Gebirge in der zuvor beschriebenen Form von außen stabilisierbar oder eine künstliche Firste möglich, ist die Firste ohne weitere ausbautechnische Maßnahmen beherrscht und der Ablauf wird im Flussdiagramm fortgesetzt (→2).

3.3.2 Sichern durch Entfernen der Schwebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer

Die bisher geschilderten ausbautechnischen Maßnahmen hatten das Ziel, die vorhandene Schwebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer für eine Rückholung durch Wiederherstellung der Gebirgsfestigkeit standsicher zu machen. Sollte dies wider Erwarten nicht möglich sein, ist eine künstliche Firste unter der geschädigten Schwebe vorgesehen, die die Rückholung ermöglichen soll. Sollte der extrem unwahrscheinliche Fall eintreten, dass auch „eine künstliche Firste nicht möglich“ ist (13←) oder nur mit unangemessen hohem Aufwand realisierbar ist oder nicht gewünscht, ist es möglich, die nicht tragfähige Schwebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer zu entfernen.

Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass mit dem Entfernen der Schwebe (Öffnen der ELK) sehr aufwändige Maßnahmen zur Verhinderung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in den Sonstigen Grubenraum und die Umgebung der Schachtanlage Asse II durchgeführt werden muss. Hierzu gehören u.a. der Einbau von Schleusen, Filter- und Entstaubungsanlagen, Einrichtungen zum Erhalt einer gerichteten stabilen Luftströmung bzw. Unterdruckhaltung in der ELK und Einrichtung von Strahlenschutzbereichen. Derartige Maßnahmen werden in einem weiteren Bericht detailliert beschrieben.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 42 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Die Abbildung 9 (links) verdeutlicht die Situation einer nicht mehr intakten Schweben durch eine rote Schraffur.

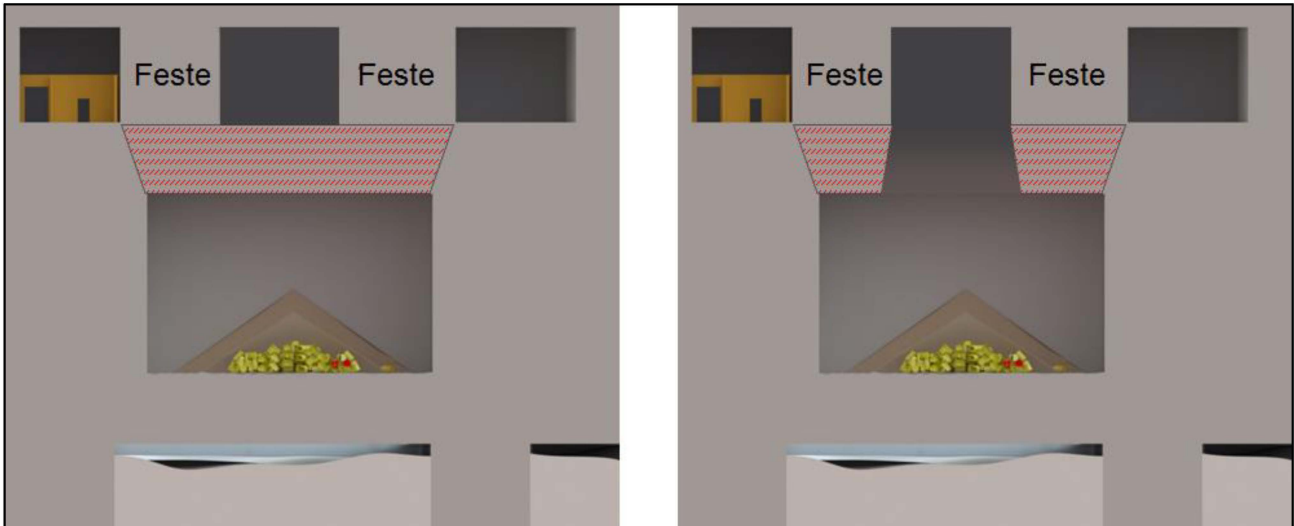


Abbildung 9: Schädigung der Schweben

Sollte die Schweben zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer so stark geschädigt sein, dass sie nicht instandgesetzt werden kann, muss auch damit gerechnet werden, dass sie bis zu den Kammern links und rechts der Beschickungskammer (490-m-Sohle) geschädigt ist. Es reicht somit nicht aus, lediglich die Schweben unterhalb der Beschickungskammer zu entfernen (Abbildung 9, rechts), weil die Festen auf der 490-m-Sohle auf nicht intaktem Gebirge stehen würden und nur eingeschränkt tragfähig sind. Die Festen über der Schweben müssten somit zuvor ebenfalls entfernt werden.

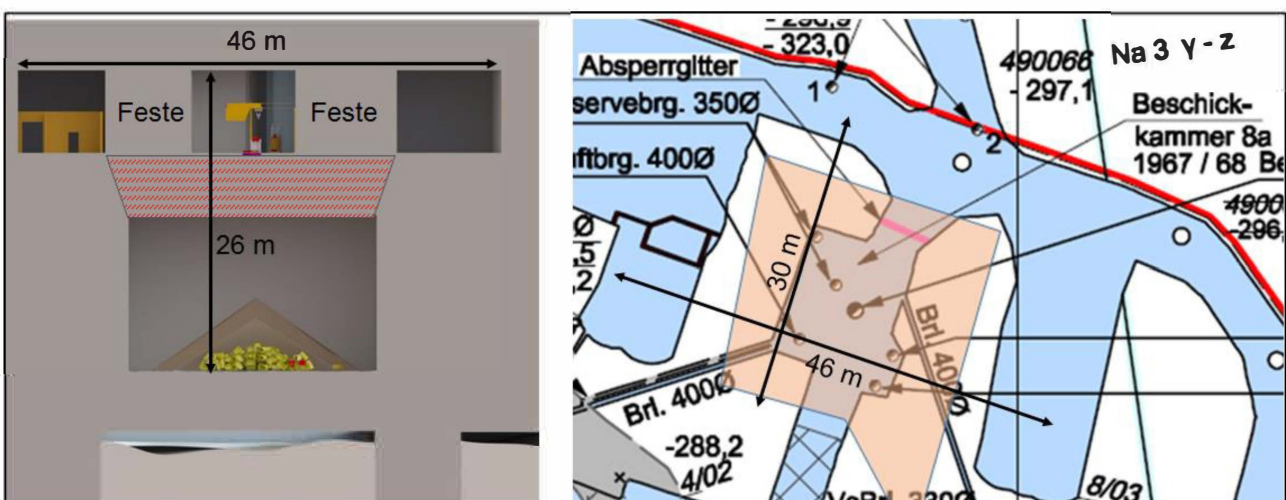


Abbildung 10: Größenübersicht der ELK 8a/511

Sind die Festen und die Schweben entfernt, ist ein Grubenraum von min. 46 m Länge, ca. 30 m Breite und ca. 26 m Höhe entstanden (Abbildung 10). Er reicht von der Sohle der 511-m-Sohle bis zur Firne der 490-m-Sohle. Neben der grundsätzlich gebirgsmechanisch bedeutsamen Größe dieses Grubenraums kommt hinzu, dass eine hohe Gebirgsbeanspruchung vorliegenden muss, um solch



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 43 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

schwere Beschädigung der Schewebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer zu verursachen, dass sie nicht mehr ertüchtigt werden kann. Der durch Entfernen der Schewebe entstandene Grubenraum steht in einem hoch beanspruchten Gebirge und muss beherrscht werden.

Auch eine intakte Schewebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer kann entfernt werden, um einen Zugang für die Rückholung zu schaffen. Wenn diese Schewebe entfernt wird, entsteht Haufwerk mit einem Festkörpervolumen von ca. 2.500 m³. Dieses Haufwerk soll auf die 490-m-Sohle gehoben und abgefördert werden.

Es ist absehbar, dass es nicht möglich sein wird, das Material der Schewebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer vollständig nach oben abzufördern und es folglich nicht zu verhindern sein wird, dass Gesteinsbrocken in die Einlagerungskammer und auf die Gebinde herabfallen. Je stärker die Schädigung der Schewebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer ist, umso größer ist die Gefahr des Hereinbrechens von Gesteinsbrocken. Das Volumen des auf die Gebinde fallenden Salzgesteins wird deutlich größer eingeschätzt, als bei Sicherungs- und Ausbaurbeiten von innerhalb der Einlagerungskammer oder bei einer Sicherung von außerhalb der Einlagerungskammer (z. B. mit einem Rohrschirm). Der Aufwand zum Schutz der Gebinde wird somit deutlich größer sein, zumal diese Arbeiten bei geöffneter Einlagerungskammer stattfinden werden.

- (14) Am Anfang dieser Planungen stehen demnach sowohl gebirgsmechanische als auch gewinnungstechnische Aspekte im Vordergrund und sind entscheidungsrelevant. Aus diesen Gründen wird zunächst geprüft, ob der Zustand „Schewebe aus gebirgsmechanischer und Gewinnungs-Sicht entfernbar“ überhaupt erreichbar ist.
- (15) Die hohe Gebirgsbeanspruchung wird nicht nur dazu geführt haben, dass die Beschädigungen auf die Schewebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer beschränkt geblieben sind. Vielmehr werden sowohl die Stöße der ELK 8a/511 als auch die Kammerfirste auf der 490-m-Sohle beansprucht sein. Darum müssen auch für die Firste der 490-m-Sohle ausbautechnische Maßnahmen vorgesehen werden und zunächst die „obere Firste gesichert“ und erst anschließend die „Festen und die Schewebe entfernt“ entfernt werden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 44 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

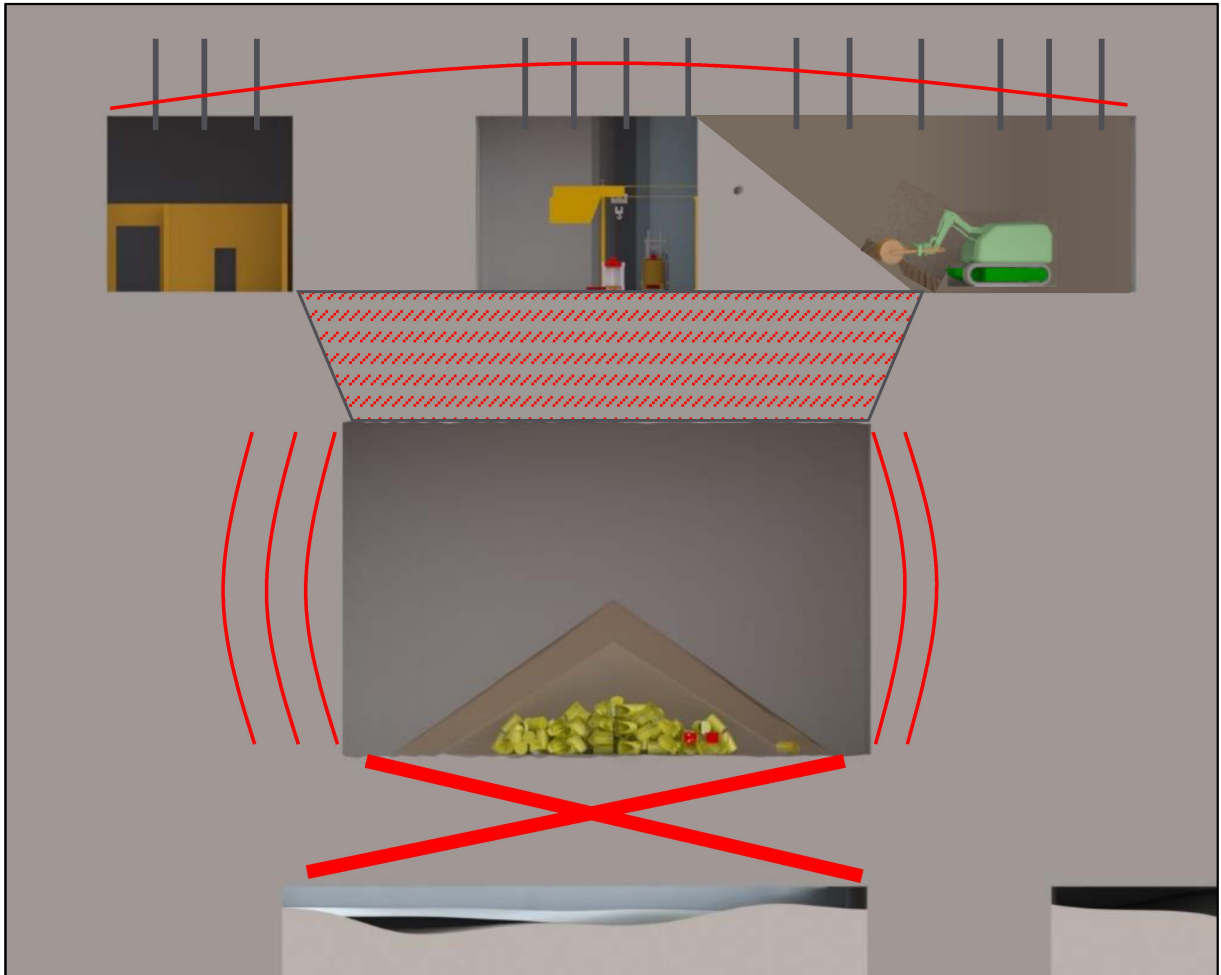


Abbildung 11: Ausbaurbeiten an der Firste der 490-m-Sohle, Entfernen der Festen, Ergänzen des Ausbaus

In die Firste der bereits vorhandenen Grubenbaue auf der 490-m-Sohle werden dazu Gebirgsanker eingebracht. Unmittelbar nachdem die Festen entfernt sind, wird die freigelegte Firste geankert, bis die gesamte Firste im relevanten Bereich der 490-m-Sohle ausgebaut ist (Abbildung 11).

Erst danach wird die Schwebel entfernt. Ist die Schwebel zwischen Einlagerungs- und Beschiebungskammer nicht mehr intakt, dürfen keine Fahrzeuge darauf fahren, um sie zu entfernen (Abbildung 12).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 45 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

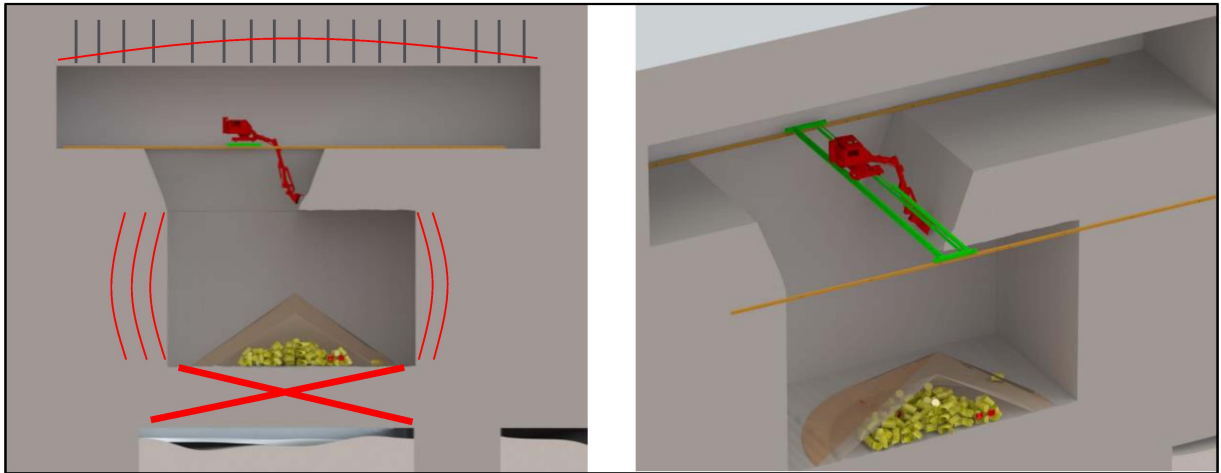


Abbildung 12: Entfernen der Schwebel

Die Gewinnung der Schwebel zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer muss demnach mit Geräten erfolgen, die die Schwebel nicht als Standfläche nutzen. Dazu kann z. B. ein auf Schienen und einem Portal verfahrbarer Bagger verwendet werden, der das Material nach oben auf die 490-m-Sohle fördert.

Da eine große Gebirgsbeanspruchung dazu geführt hat, dass die Schwebel zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer nicht mehr tragfähig ist, muss davon ausgegangen werden, dass die Gebirgsbeanspruchung auch die Stöße entfestigt haben wird. Deshalb muss vorgesehen werden, die Stöße vor der Rückholung der Gebinde ebenfalls zu sichern.

- (16) Die Konstruktion für das Gewinnungsgerät muss darum ggf. so ausgelegt sein, dass eine Sicherung der Stöße trotz des herabfallenden Gesteins möglich ist. Ist wenig Gestein in die Einlagerungskammer gefallen und „sind nach Entfernen der Schwebel zugängliche Stöße zu erwarten“,
- (17) können unmittelbar nach Entfernen der Schwebel zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer „ggf. die Stöße mit dem Kran gesichert“ werden.

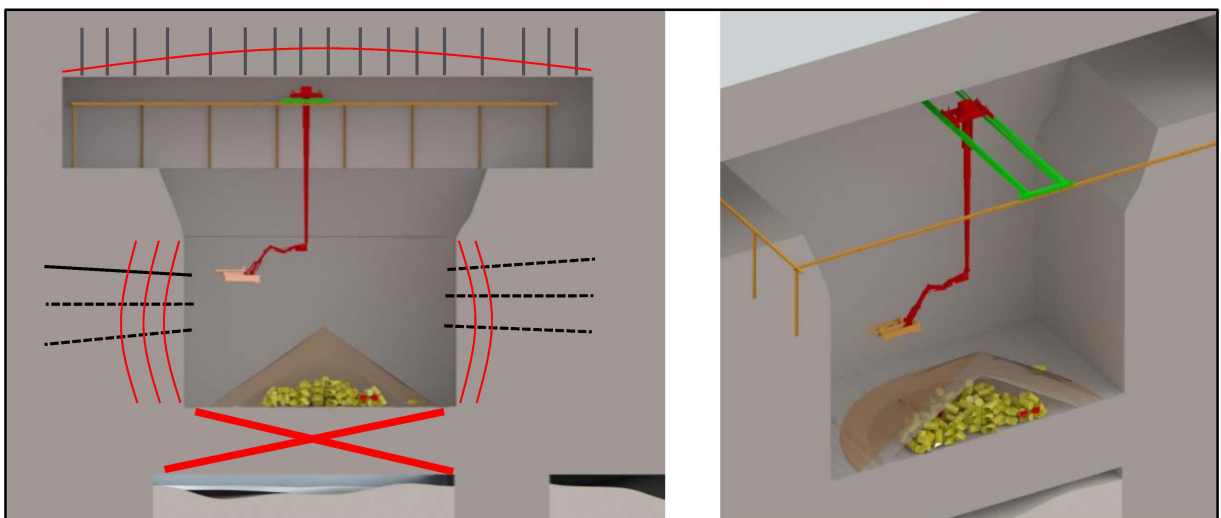


Abbildung 13: Ausbauen oder Sichern der Stöße



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 46 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Der Kran kann als Brückenkran ausgelegt sein, der entweder die Konstruktion auf der Sohle der Schwebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer zu deren Gewinnung nutzt (Abbildung 12) oder auf der 490-m-Sohle aufgeständert ist (Abbildung 13).

- (18) Sind die „Gebinde überwiegend intakt“, kann die Rückholung mit
- (19) „Heber/Zangen und Trennwerkzeugen“ begonnen und die Gebinde über die 490-m-Sohle abgefördert werden. Eine geeignete Schleuse muss bereits installiert sein, bevor die Schwebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer entfernt wird.
- (20) Fällt viel Gebirge der Schwebe in die Einlagerungskammer, sind die Stöße nicht ohne weiteres zugänglich (16←). Bei der Planung ist zu berücksichtigen, ob trotz der „Zusatzlast durch das Haufwerk die Sohle beherrschbar“ ist.
Sollte die Sohle nicht beherrscht werden können, ist Versatz als Gebirgsstützung möglich (→24), dessen Wirkung im anschließenden Kapitel näher beschrieben wird.
- (21) Ist die Zusatzlast beherrschbar, geschieht das „Freilegen, bergen und sichern lagenweise“. Lagenweise bedeutet, dass die Stöße nicht auf gesamter Fläche gesichert werden können. Gebinde und Haufwerk werden im Wechsel mit dem Freilegen und Sichern der Stöße von oben nach unten geborgen. Im Gewinnungsbergbau ist das Vorgehen mit dem Strossenbau vergleichbar.
- (22) Wegen des teilweise oder ganz herabgefallenen Gebirges der Schwebe liegt ein „uneinheitliches Materialgemenge“ aus Haufwerk und Gebinden vor, von denen zudem womöglich einige zerstört sind. Von einem uneinheitlichen Materialgemenge ist auch dann auszugehen, wenn die Gebinde überwiegend nicht intakt sind (18←). Das Materialgemenge besteht dann aus defekten Gebinden und deren Inhalt.
- (23) Zur Rückholung werden deswegen „Greifer oder Löffel“ genutzt, der Kammerinhalt auf die 490-m-Sohle gehoben und von dort abgefördert. Sollte beim Entfernen der Schwebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer nicht nur kleinstückiges Haufwerk, sondern auch große Gebirgsstücke entstanden sein, ist zusätzlich ein Trennwerkzeug erforderlich.

3.3.3 Sichern der Firste durch deren Stützung mit Versatz

Unter Versatz wird im bergmännischen Sprachgebrauch das Verfüllen durch Abbau geschaffener Hohlräume verstanden, um eine Wirkung auf das Gebirge oder den Betriebsablauf aus technischer, sicherheitlicher oder wirtschaftlicher Sicht auszuüben (Reuther, 2010).

Die Verfüllung der durch den Abbau entstandenen Hohlräume, ihr „Versetzen“, d. h. das Einbringen von Versatzbergen in sie, kann eine ausbautechnische Maßnahme sein, also eine Maßnahme, die zum Wesen des Abbaufahrens gehört, der Pflege des Hangenden dient und dazu beitragen soll, den Abbauhohlraum offen zu halten (Fritzsche, 1958). Er wird seit jeher u. a. dazu genutzt, die Lagerstätte zu stabilisieren und sogar die Gebirgsbewegungen und Senkungen an der Tagesoberfläche zu verringern, die als Folge des Abbaus entstehen. Auf die Rückholung der Gebinde aus der ELK 8a/511 bezogen, wird eine Stützung durch Versatz wie im Produktionsbergbau üblich, genutzt, um leergeförderte Abbauhohlräume zu stabilisieren. Er soll in dem Fall genutzt werden, wenn so große Stützkräfte erforderlich sind, dass Ausbauelemente wie Gebirgsanker oder Unterstützungsausbau nicht mehr ausreichen. Versatz ist somit eine das Gebirge unterstützende Maßnahme mit dem Ausbauelement „Versatzberge“.

- (24) Wenn die „Schwebe aus gebirgsmechanischen oder gewinnungstechnischen Gründen nicht entfernbar“ (14←) oder die „Zusatzlast auf die Sohle nicht beherrschbar“ ist (20←), besteht die

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 47 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

ausbautechnische Möglichkeit eines „Versatzes zur Gebirgsstützung“. Dabei sollten die Gebinde trotz Versatz so einfach wie möglich bergbar bleiben. Das betrifft zum einen einen möglichen Formschluss zwischen Gebinde und ausgehärtetem Versatzgut, zum anderen sollten die Gebinde nicht durch das Gewicht des Versatzgutes verformt und die Bergung dadurch erschwert werden.

Die Einlagerungskammer wird über das alte Beschickungsloch oder über eine neu zu erstellende Bohrung von der 490-m-Sohle versetzt. Die Rezeptur des Baustoffes muss so gewählt werden, dass auf der einen Seite einen tragfähigen Körper entsteht, der auf der anderen eine Rückholung ermöglicht (Abbildung 14).



Abbildung 14: Versatz zur Gebirgsstützung

Die Lasten durch den Versatz müssen bei nicht standsicherer Sohle z. B. durch zusätzliche Ausbaumaßnahmen in die Stöße angetragen werden. Weitere Zusatzlasten auf die Sohle sollen auch vermieden werden, wenn ein stützender Versatz aus dem Grund notwendig ist, weil die ELK-Sohle nicht standsicher ist und keine Kräfte aufnehmen kann.

- (25) Der Zugang für die Bergung der Gebinde wird „horizontal oberhalb der Gebinde“ hergestellt (Abbildung 15).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 48 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

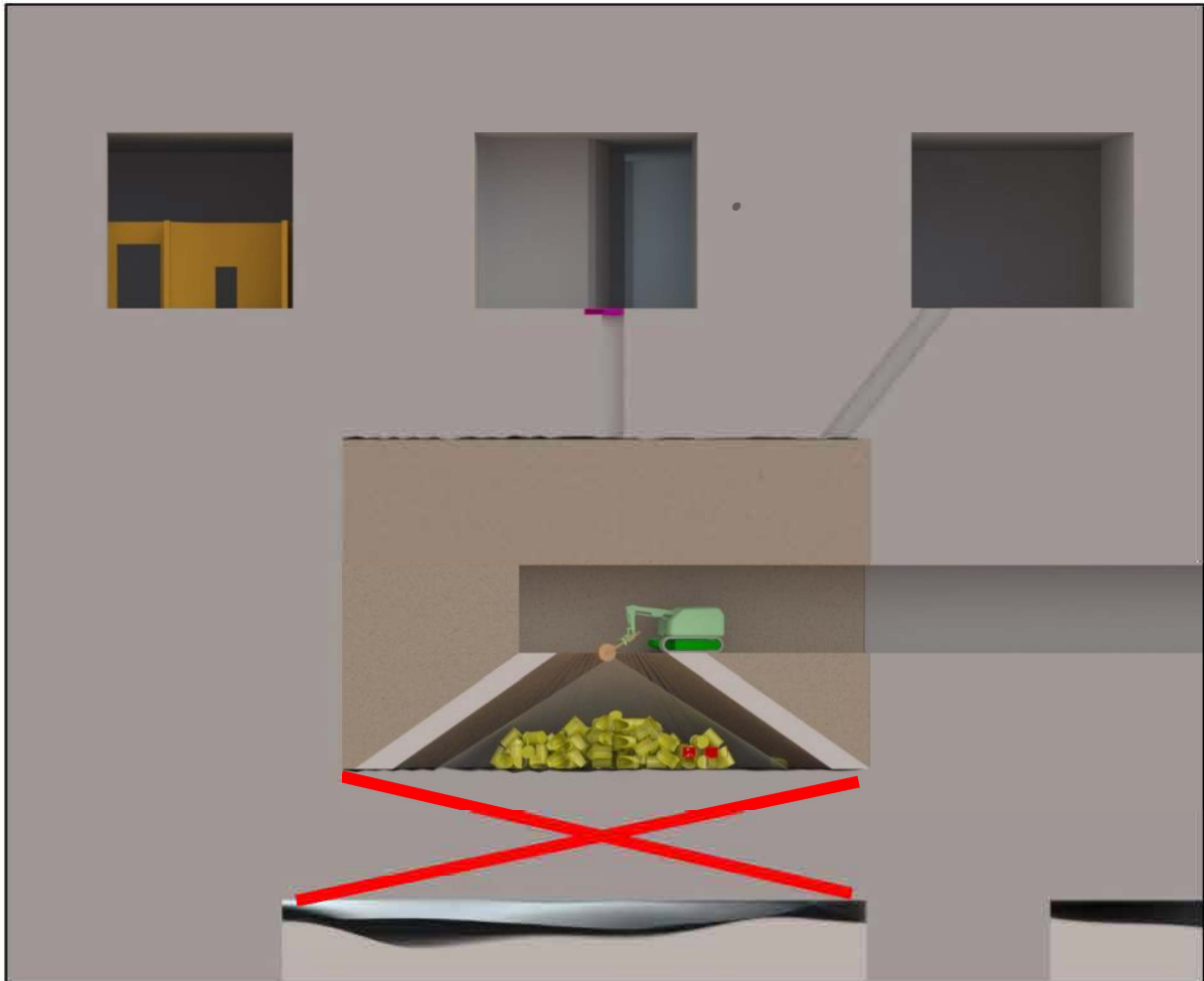


Abbildung 15: Horizontaler Zugang für die Bergung

Er muss so platziert sein, dass ein genügend großer Ausschnitt in der Sohle für die Bergung der Gebinde zur Verfügung steht. Die aus dem Versatzmaterial bestehende Sohle muss für die Vortriebsmaschinen ausreichend standfest sein. Die dafür notwendige Festigkeit des Versatzkörpers muss bereits bei dessen Herstellung berücksichtigt sein.

- (26) An der Ortsbrust des Zugangs müssen „Gebinde bis zur Sohle des Zugangs entfernt“ werden. Der Sohlenausschnitt wird abgedeckt und die Auffahrung so weit wie nötig fortgesetzt.
- (27) Ist ein „Bergen unterhalb der Zugangssohle möglich“, kann dazu ein
- (28) „stehender Drehkran auf Schienen“ eingesetzt werden (Abbildung 16). Die Schienen überspannen die zur Rückholung erforderliche Öffnung in der Sohle. Der Drehkran ist verfahrbar und kann mit seinem Ausleger jede Stelle und jedes Gebinde unterhalb des Zugangs erreichen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 49 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

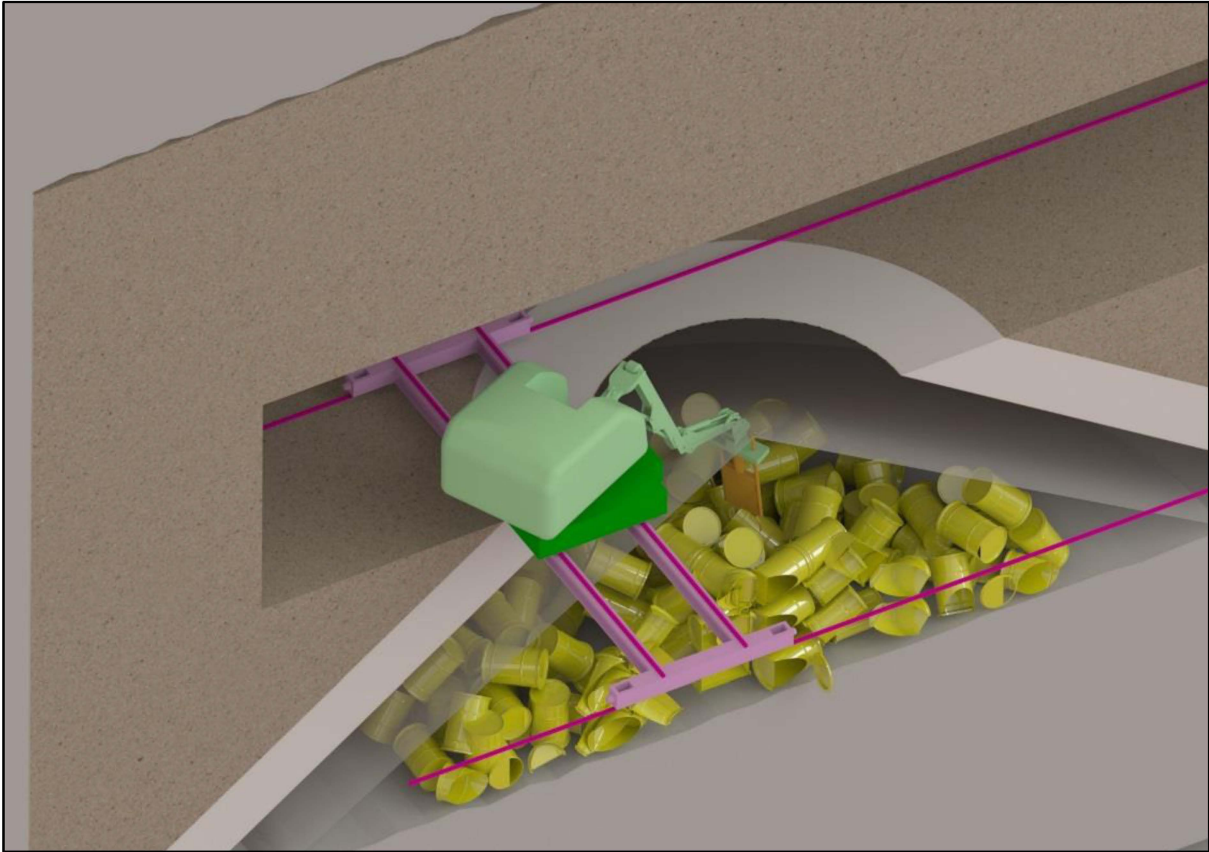


Abbildung 16: Stehender Drehkran auf Schienen für Bergung unterhalb der Zugangssohle

- (29) Sollte sich das konstruktionsbedingt als nicht praktikabel herausstellen (27←), wird ein „hängender Drehkran“ verwendet.
- (30) „Kann ein Drehkran im Zugang aufgehängt werden“, wird er
- (31) „an der Zugangsfirste“ (dem Versatzkörper) angeschlagen (Abbildung 17). Die Rezeptur des Versatzgutes muss es ermöglichen, die dabei auftretenden Kräfte aufzunehmen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 50 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

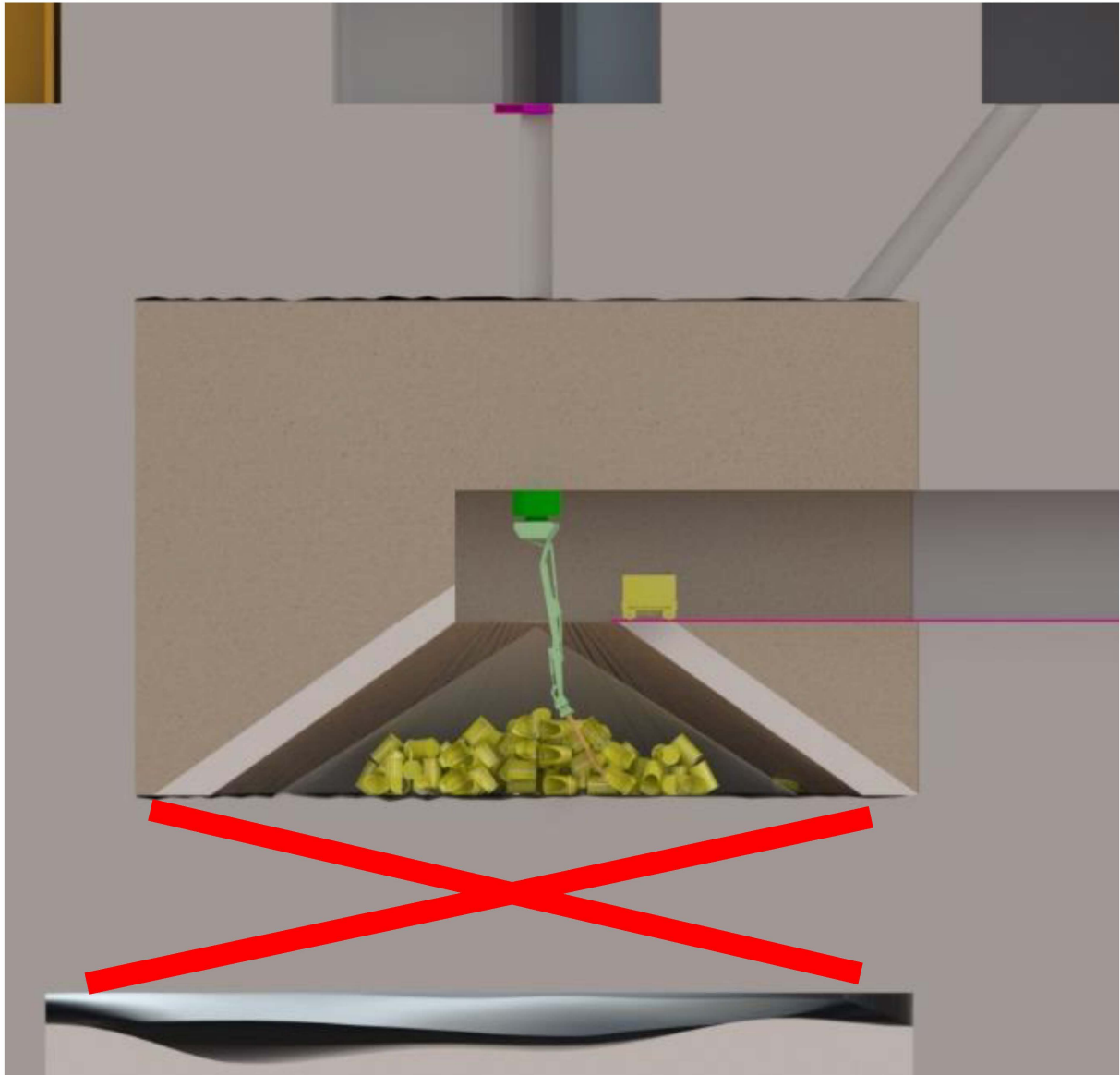


Abbildung 17: Hängender Drehkran an der Zugangsfirste

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 51 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

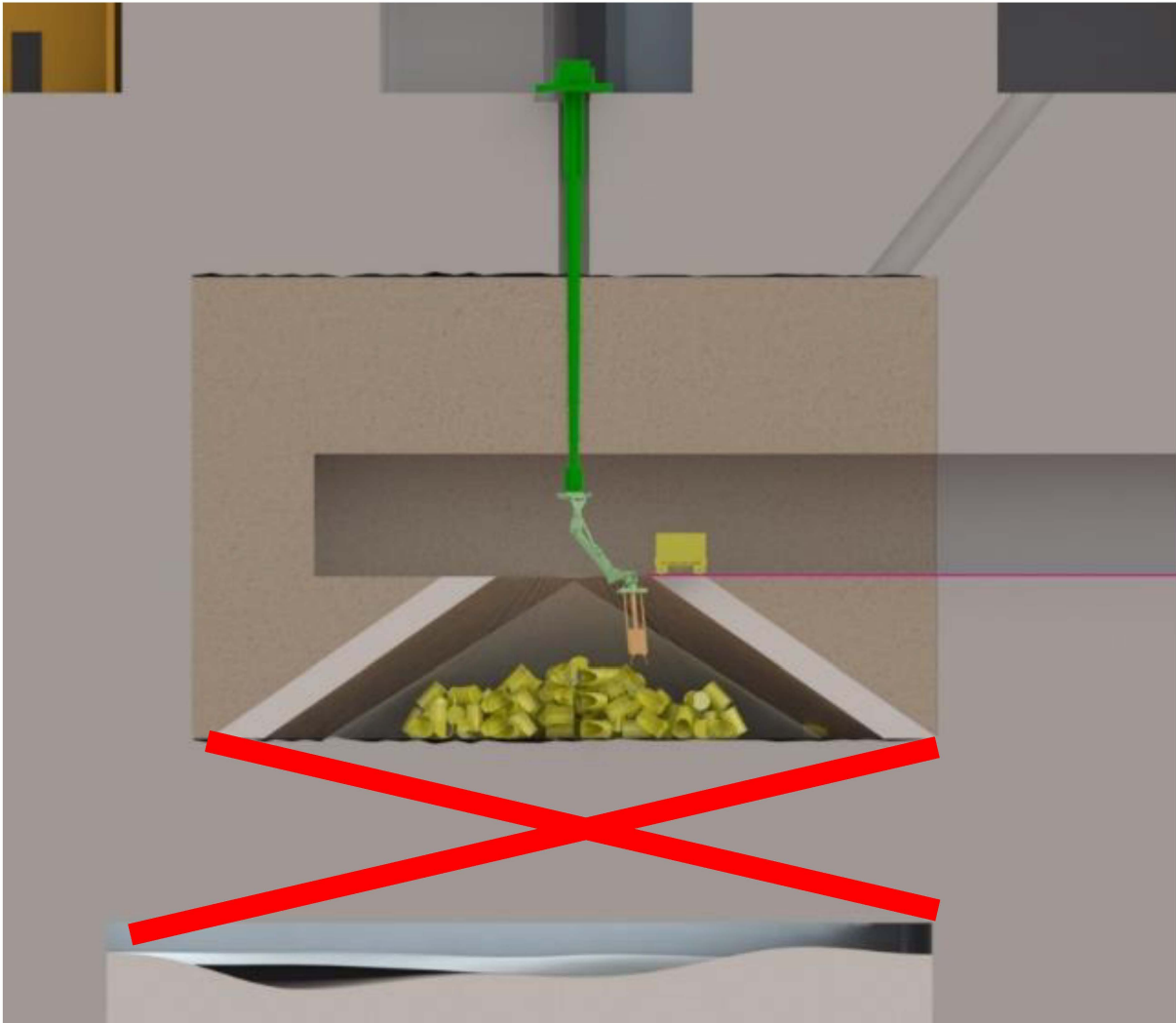


Abbildung 18: Hängender Drehkran abgehängt

- (32) Kann ein Drehkran nicht an dem Versatzkörper angebracht werden (z. B. weil der Versatz zwar ausreichend tragfähig zur Gebirgsstützung jedoch nicht ausreichend tragfähig für eine Befestigung ist) (30←) kann der Versatzkörper durchbohrt und ein Drehkran von der durch den Versatz stabilisierten Schwebelage auf der 490-m-Sohle abgehängt werden (Abbildung 18).

Bei diesem Konzept hat der Versatz die Aufgabe, die Firste zu unterstützen, um so den Bergeraum vor Ausbrüchen zu schützen. Dabei ist es ausreichend, dass sich der Versatzkörper lediglich im Bereich der Ringfläche um den Gebindekegel auf der Sohle abstützt.

Die Sohle hingegen ist nicht ausgebaut, da dort noch die Gebinde liegen. Der Versatz übt somit keine allseitige Wirkung auf das Gebirge der Einlagerungskammer aus. Im Zuge der weiteren Planung muss darum ermittelt werden, unter welchen Voraussetzungen das Versetzen einer Einlagerungskammer mit den Notfallmaßnahmen in Einklang gebracht werden kann.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 52 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

3.3.4 Sichern der Stöße

Unter einer standsicheren Firste können die Stöße gesichert werden. Dazu wird zunächst der Zustand der Stöße bewertet und je nach Schadenssituation Maßnahmen zur Sicherung der Stöße oder Festen daraus abgeleitet. Dieses Vorgehen ist mit dem für die Firste vergleichbar und die Schadenssituation der Stöße ebenfalls in 4 Klassen unterteilt (Abbildung 19)

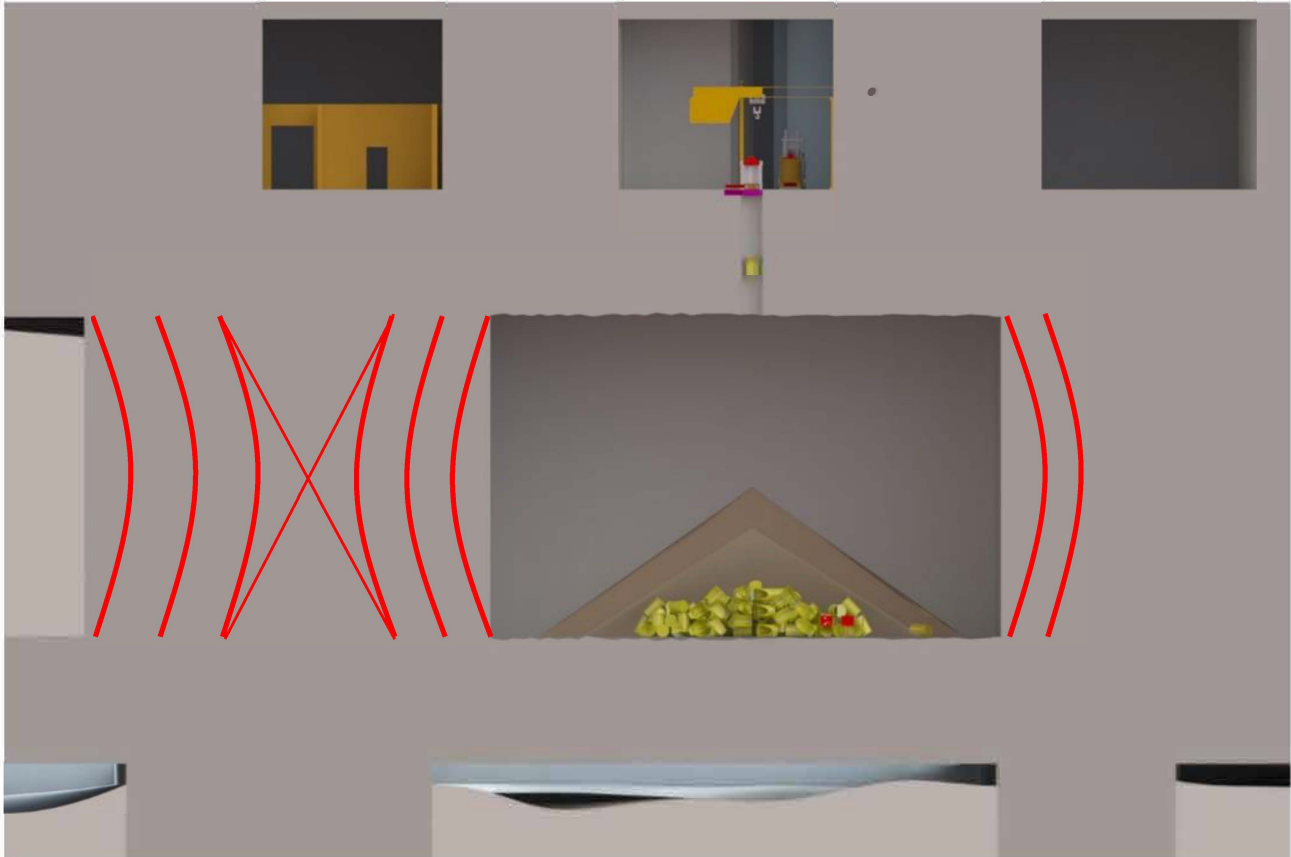


Abbildung 19: Schadenssituationen der Stöße

- A. Stöße vollständig beherrscht
- B. Abschaltungen, lokale Schäden
- C. Gebirge jenseits der Stöße nicht intakt
- D. Feste nicht tragfähig

Die Einlagerungskammer ist im Westen und Süden durch Festen, im Norden und Osten ohne benachbarte Kammern begrenzt. Die Beanspruchung des Gebirges ist im Bereich der Festen höher. Darum ist es möglich, dass die Schadenssituationen der Stöße unterschiedlich stark sind. Die Maßnahmen zur Sicherung oder zum Ausbauen der Stöße müssen für die stärkste Schädigung konzipiert werden, damit die Betriebsmittel für alle Stöße verwendbar sind.

- (33) Sind die „Stöße nicht vollständig beherrscht“ (2←), liegt eine Schädigung des Gebirges vor, die behoben werden muss. „Ist die ELK-Sohle standsicher“ (33) oder „Ist die ELK-Sohle sicherbar“ (→37) und
- (34) das „Stoßgebirge von der ELK Sohle sicherbar“ (siehe 5) kann der
- (35) „Zugang horizontal sohlennah“ oder „Zugang firstnah“ (39) erfolgen.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 53 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Sofern die für die Sicherung der Stöße erforderlichen Arbeiten von der ELK-Sohle durchgeführt werden können, ist ein sohlennaher Zugang dafür möglich. Sollte z. B. aus Gründen des Strahlenschutzes ein sohlennaher Zugang nicht gewünscht oder möglich sein, kann alternativ ein Zugang firstnah gewählt werden. Es muss dann sichergestellt sein, dass die Arbeiten aus einem firstnahen Niveau durchführbar sind ungeachtet dessen, dass sie aufwändiger werden als von der Sohle.

Sollte es z. B. aus maschinentechnischen oder organisatorischen Gründen erforderlich oder vorteilhaft sein, können für die Ausbauarbeiten an Firste und Sohle 2 Zugänge geschaffen werden.

- (36) Wie bei der Firstsicherung werden die „abböschenden Stöße gesichert“ oder ausgebaut. Je nach Zugang müssen hierfür unterschiedliche Betriebsmittel vorgesehen werden. Bei einem horizontalen Zugang sohlennah (35←) sind Rad-, Ketten- oder Schreitfahrzeuge als **Werkzeugträger** vorgesehen, die mit entsprechenden **Werkzeugen** bestückt sind.
- (37) Ist das „Stoßgebirge von der ELK-Sohle nicht sicherbar“ (34←) oder die „ELK-Sohle nicht sicherbar“ (37),
- (38) wird geprüft, ob das „Gebirge von innerhalb der ELK aus sicherbar“ (38) ist.
- (39) Um das Gebirge von innerhalb der Einlagerungskammer zu sichern, wird ein „Zugang firstnah“ (39) erforderlich, da das Stoßgebirge entweder von der ELK-Sohle nicht sicherbar ist (34←) oder die ELK-Sohle nicht standsicher ist (37←).
- (40) Die „abböschenden Stöße“ werden abhängig von der Schadensituation gesichert. Je nach Schadensituation sind dafür unterschiedliche **Werkzeugträger** und **Werkzeuge** erforderlich, deren Verwendbarkeit nach dem höchsten Schaden ausgelegt wird.
- (41) Für den sehr unwahrscheinlichen Fall, dass das „Gebirge von innerhalb der ELK nicht sicherbar“ ist (38←) (z. B. weil die Schädigung bei einer nicht tragfähigen Feste von innerhalb der ELK nicht behoben werden kann), wird bewertet, ob das „Gebirge von außerhalb der ELK stabilisierbar“ ist (Abbildung 20, Abbildung 21).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 54 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

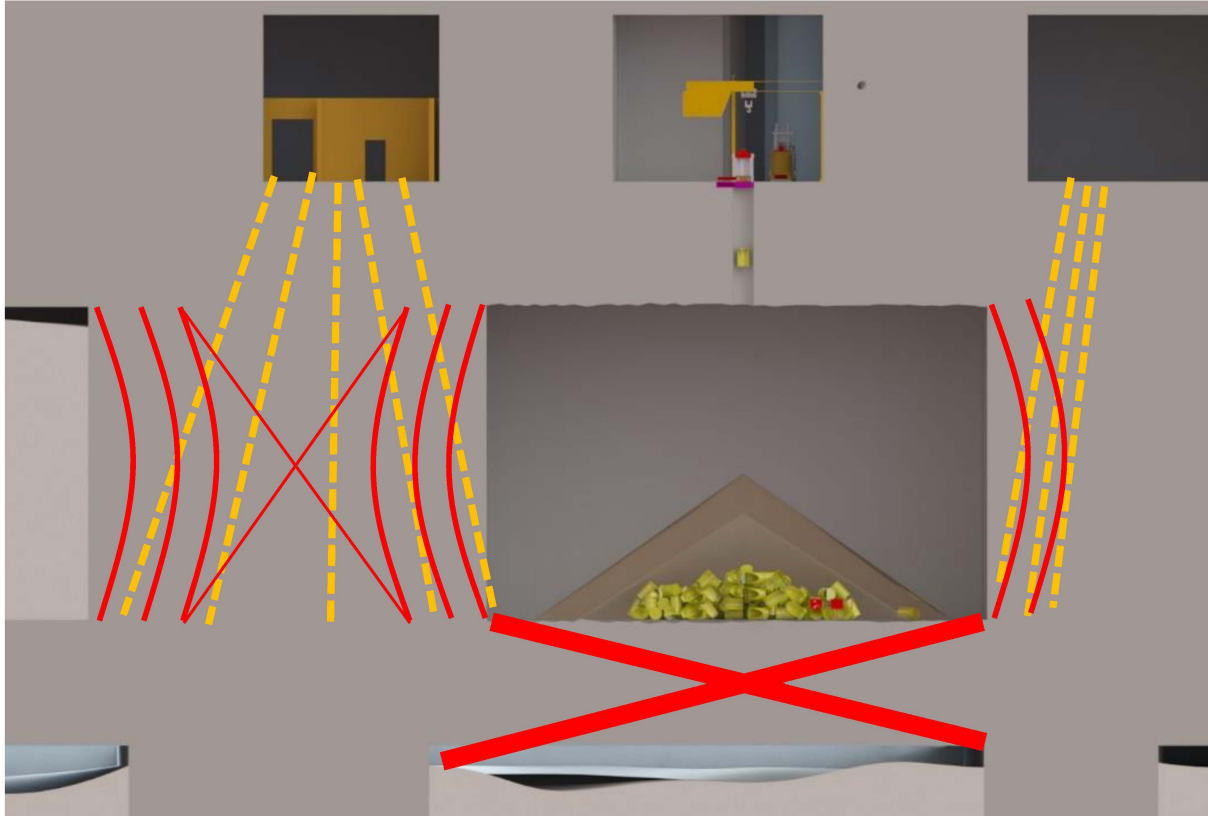


Abbildung 20: Ausbauen und Sichern der Stöße von oberhalb der Einlagerungskammer mit Langankern (gelb) und Injektionen

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 55 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

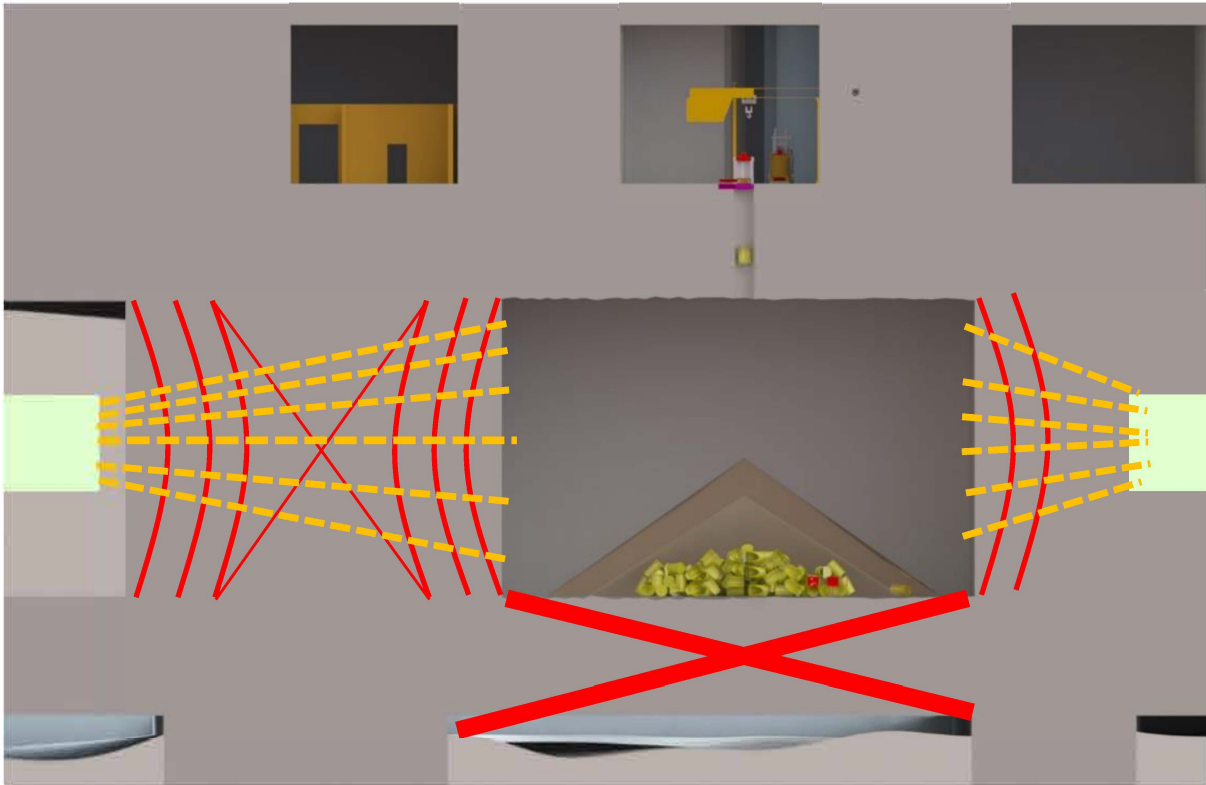


Abbildung 21: Ausbauen und Sichern der Stöße von seitlich der Einlagerungskammer mit Langankern (gelb) und Injektionen

Sollte es möglich sein, die Feste und die Stöße vorwiegend mit vertikal verlaufenden Bohrungen wirkungsvoll zu sichern, kann die Maßnahme von der 490-m-Sohle durchgeführt werden (Abbildung 20). Sollte das nicht möglich sein, sind Grubenräume nötig, die seitlich von der Einlagerungskammer aufgeföhren werden, um die Feste (ggf. auch Stöße) beispielsweise mit Langankern und Gebirgsinjektionen zu sichern (Abbildung 21).

Von der 490-m-Sohle ausgehend, können auch senkrecht stehende Stahlträger durch die Schwebel zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer geföhrt werden, um so die Stöße gegen Abböschen zu sichern (Abbildung 22).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 56 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

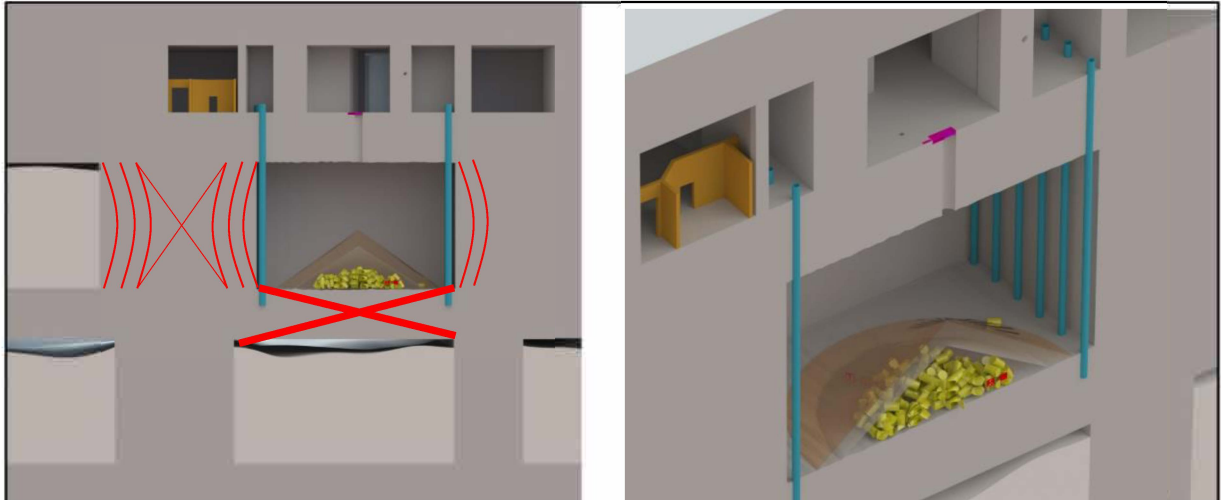


Abbildung 22: Stahlträger zur Stoßsicherung

Zur Erhöhung der Stabilität werden die Stahlträger in die Sohle eingelassen (geböhnt). Da die Höhe auf der 490-m-Sohle geringer ist als die der ELK 8a/511, müssen die Stahlträger verlängerbar sein. Der Abstand zwischen den Stahlträgern muss einerseits groß genug sein, um die Schweben in Folge der Perforation nicht zu destabilisieren, andererseits aber klein genug, um den ELK-Inhalt und die darin befindlichen Geräte vor abböschenden Stößen zu schützen. Spritzbeton, Verzug und Gebirgsinjektionen können die Stabilität der Stöße zusätzlich erhöhen.

Kann das Gebirge jenseits der Stöße von außerhalb der Einlagerungskammer stabilisiert werden, ist die „ELK 8a/511 vollständig beherrscht“ (→3). Für den außerordentlich unwahrscheinlichen Fall, dass alle diese Maßnahmen keine Aussicht auf Erfolg haben und das „Gebirge auch von außerhalb der Einlagerungskammer nicht stabilisiert werden“ (41) kann, kann wiederum „Versatz zur Gebirgsstützung“ (→24) verwendet werden.

3.3.5 Bergen

Eine gebirgsmechanisch beherrschte Einlagerungskammer ist eine Voraussetzung für eine reibungslose Bergung der Gebinde (3←). Für das Bergekonzept ist – ebenso wie für die Konzepte zur Sicherung der Firste und der Stöße – von Bedeutung, ob die ELK-Sohle dazu genutzt werden kann. Sind die Firste und die Stöße ohne Sicherungsmaßnahmen standsicher, war es nicht erforderlich, die Nutzbarkeit der ELK-Sohle für Sicherungsmaßnahmen zu prüfen. Insbesondere für diesen Fall ist es erforderlich, zu untersuchen,

- (42) ob die „ELK-Sohle standsicher ist“ und für eine Bergung genutzt werden kann,
- (43) ob die „ELK-Sohle sicherbar ist“ und eine
- (44) „Bergung mit Flurfahrzeugen möglich“ ist.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 57 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

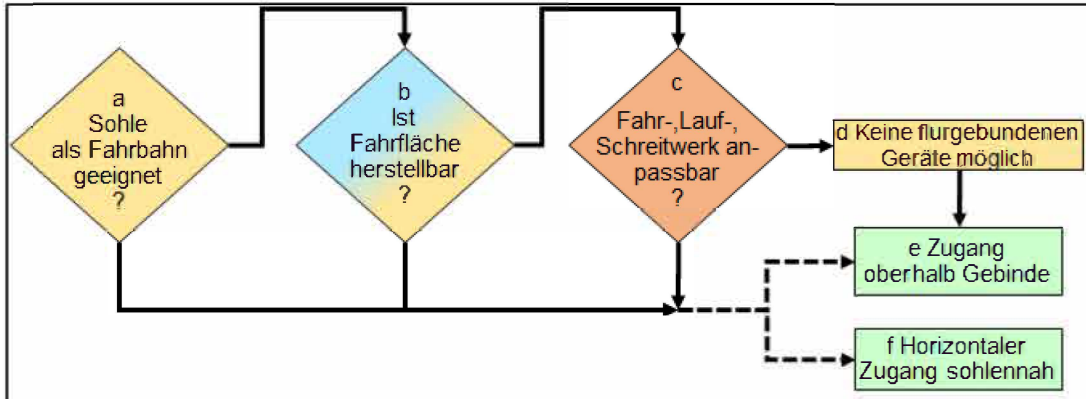


Abbildung 23: Entscheidungsanalyse „Bergung mit Flurfahrzeugen möglich“

Ob Gebinde mit Flurfahrzeugen geborgen werden können (Abbildung 23), hängt davon ab, ob die Sohle als Fahrfläche geeignet ist (a), ggf. eine Fahrfläche herstellbar (b) oder die Fahr-, Lauf- oder Schreitwerke der Bergemaschinen angepasst werden können (c). Wird eine der Fragen a bis c bejaht, ist das Leerungsverfahren vom Zugangsniveau unabhängig; es kommen sowohl ein Zugang oberhalb der Gebinde (e) als auch ein horizontaler Zugang sohlennah (f) in Frage.

Werden alle 3 Fragen verneint, ist eine „Bergung mit Flurfahrzeugen nicht möglich“ (d) oder die „ELK-Sohle ist nicht sicherbar“ (←43), muss ein

- (45) „Zugang oberhalb der Gebinde“ gewählt werden.
 - (46) Die Konzepte der Bergung setzen eine beherrschte ELK-Firste und beherrschte ELK-Stöße voraus. Ob dazu Sicherungs- und Ausbauarbeiten notwendig waren, ist für die Auswahl der Bergetechnik nur insofern von Bedeutung als für die Sicherungs- und Ausbauarbeiten vorhandene Zugänge und Betriebsmittel auch für die Bergung genutzt werden können. Sollte eine „Bergung vertikal über die Beschickungskammer“ (46) auf der 490-m-Sohle gewünscht sein,
 - (47) kann der Zugang „vertikal durch die Firste“ erfolgen.
 - (48) Es ist nicht auszuschließen, dass bitumenhaltige Gebinde ausgelaufen sind und Gebinde verklebt haben, so dass diese vor der Bergung voneinander getrennt werden müssen. Bitumen kann auslaufen, wenn der so genannte Erweichungspunkt des Bitumens überschritten ist und das Bitumen dann fließfähig wird. Bitumen existiert in unterschiedlichen Arten und mit unterschiedlichen Kenndaten. In Abhängigkeit der Kenndaten muss konzipiert werden, wie die Verklebungen getrennt werden; bei niedrigem Erweichungspunkt kann das z. B. durch Erwärmung oder bei hohem mit Schneide- oder Trennwerkzeugen durchgeführt werden. Alternativ kann die Kältesprödigkeit des Bitumens (Brechpunkt je nach chemischer Zusammensetzung zwischen -20°C und -5°C) genutzt werden. Dazu wird das Bitumen unter den Brechpunkt z. B. bei Einsatz von Trockeneis abgekühlt und anschließend ein Sprödbbruch durch Schlag- oder Spaltwerkzeuge herbeigeführt.
- Bei der Erkundung müssen darum die Materialkennwerte des verwendeten Bitumens ermittelt werden. Entweder liegen die Materialkennwerte aus Datenblättern oder ähnlichem vor und treffen auch ca. 50 Jahre später noch zu oder es müssen, in Abhängigkeit der Erreichbarkeit des Bitumens, Materialproben entnommen werden.
- Sind für die Bergung „Trennwerkzeuge erforderlich“, müssen die durch das Trennwerkzeug auftretenden Kräfte von den Werkzeugträgern aufgenommen werden können.
- (49) In einem solchen Fall sind Teleskoptraversen-Konstruktionen notwendig (Abbildung 24),

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 58 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

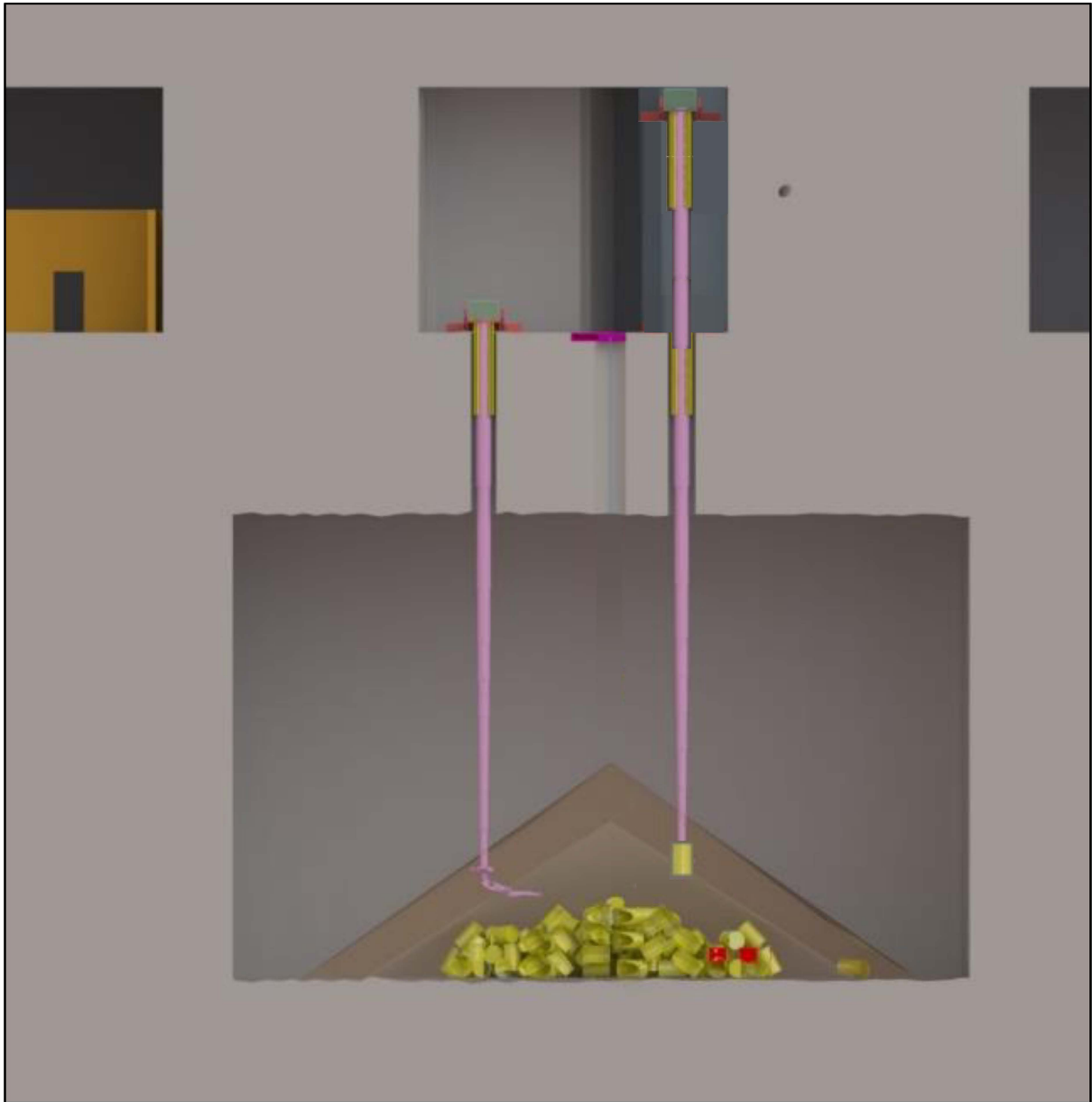


Abbildung 24: „Teleskoptraversen“ mit Bergung der Gebinde über Traversenöffnung

- (50) die auch verwendet werden, wenn über „teilweise bestehende Anlagen“ (Abbildung 25) geborgen wird, um die erforderlichen Kräfte aufbringen zu können.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 59 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		



Abbildung 25: „Teilweise bestehende Anlagen“ mit Bergung der Gebinde über Krananlage und Beschickungsbohrung

- (51) Sind keine Trennwerkzeuge erforderlich (48←), kann auch ein „Seilkran“ verwendet werden (Abbildung 26).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 60 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

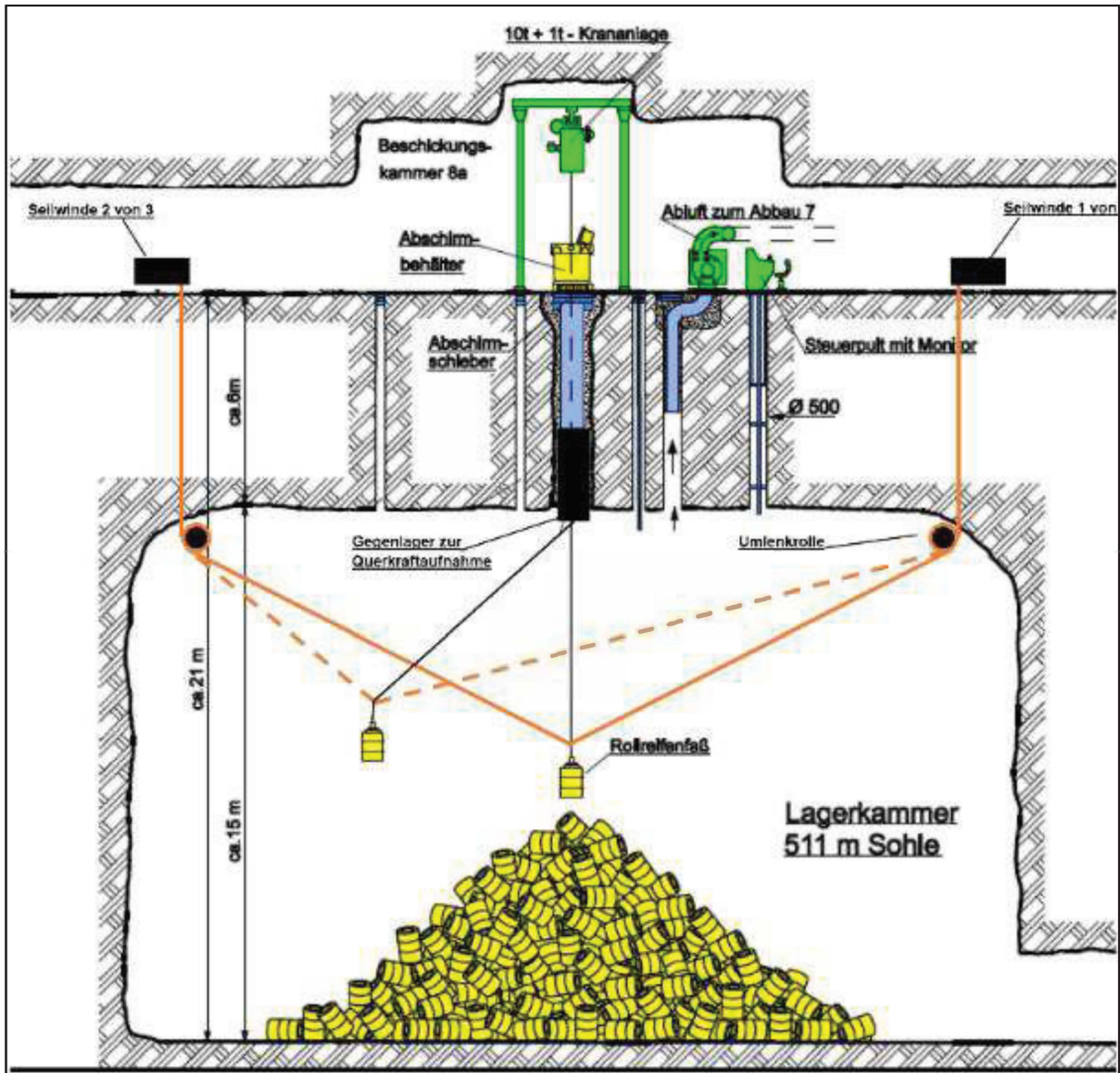


Abbildung 26: Seilkran

- (52) Ist keine „Bergung über die Beschickungskammer gewünscht“ (46←; z. B., weil geeignete Zugänge für die Bergung bereits vorhanden sind) und „ist die ELK-Sohle an den Stößen standsicher und eine Standfläche für Kräne herstellbar“, kann
- (53) der „Zugang oberhalb der Gebinde“ (45) „horizontal“ (53) hergestellt und genutzt werden, um einen
- (54) „sohlengestützten Kran“ für die Bergung zu errichten (Abbildung 27).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 61 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

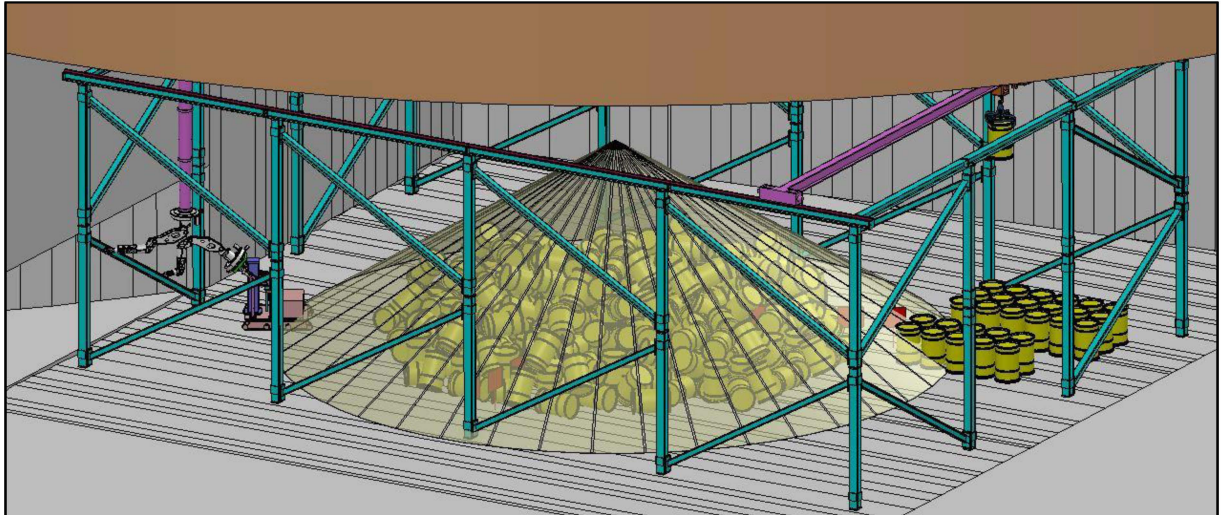


Abbildung 27: Sohlengestützter Kran

Bei einem horizontalen Zugang oberhalb der Gebinde müssen die Bauelemente für einen sohlengestützten Kran abgelassen und ohne Flurfahrzeuge zusammengebaut werden. Dies ist bei einem Zugang oberhalb der Gebinde mit einem mobilen Kran und geeignetem Ausleger möglich. Ebenfalls kann der Zusammenbau mit Zugängen durch die Firste ermöglicht werden (Abbildung 28).

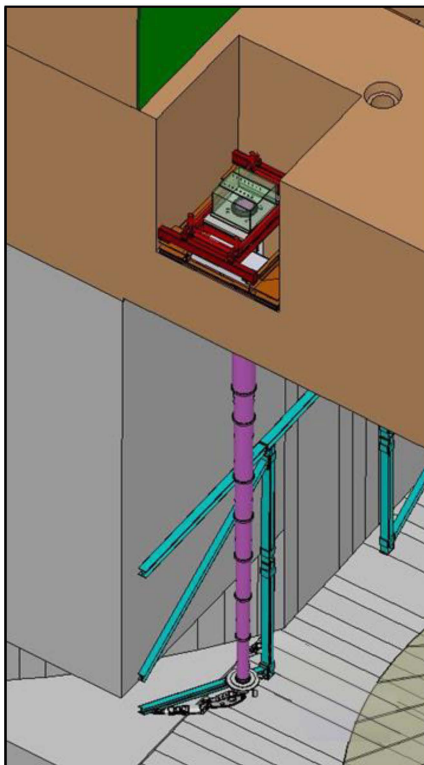


Abbildung 28: Montage von Bauelementen mit einer Teleskoptraverse durch die Schwebelücke zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 62 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Mit flurgebundenen Geräten (Abbildung 27) ist die Montage der Bauelemente vergleichsweise weniger aufwändig.

- (55) Mit einem „Zugang oberhalb der Gebinde“ (45) „horizontal und firstnah“
- (56) kann ein 2-Schienenkran, ein Kragarmkran (Abbildung 29) oder auch ein Deckenkran installiert und für die Bergung genutzt werden. Einer dieser Kräne muss genutzt werden, wenn die „ELK-Sohle nicht standsicher“ ist oder eine Standfläche für einen sohlengestützten Kran nicht herstellbar ist (52←).

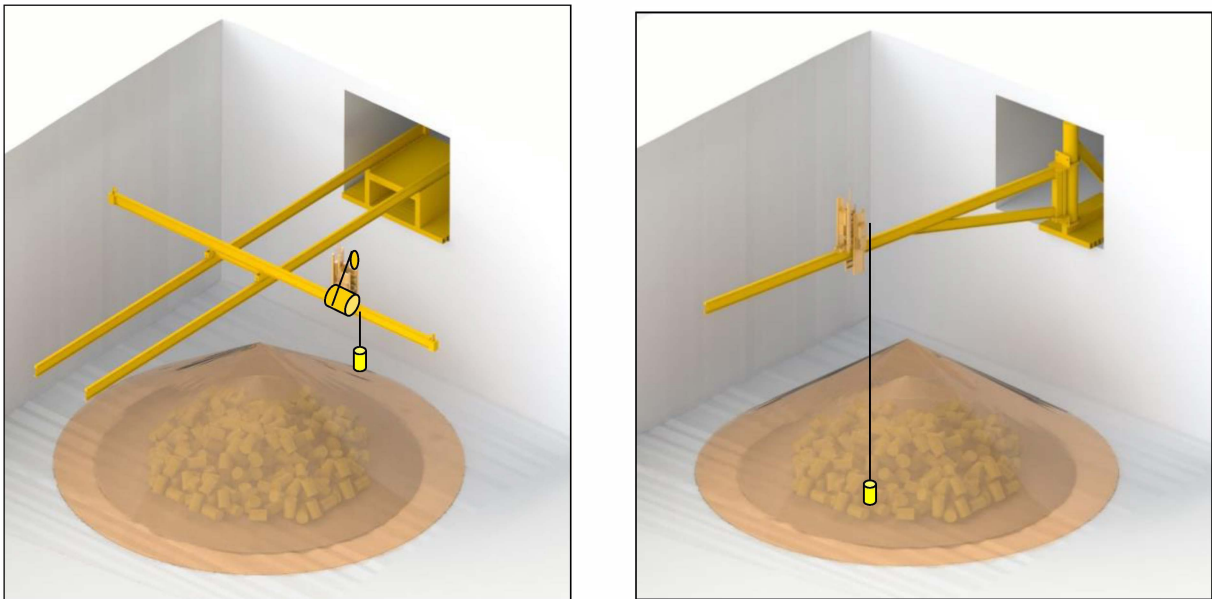


Abbildung 29: Unterschiedliche Krantypen für eine Bergung ohne Nutzung der ELK-Sohle; links: 2-Schienenkran, rechts: Kragarmkran

- (57) Sollte eine Bergung mit Flurfahrzeugen möglich sein (44←), sind zahlreiche Bergetechniken und Leerungsverfahren möglich und umsetzbar und aus kausalen Zusammenhängen nicht eingeschränkt. Damit besteht eine große Entscheidungsfreiheit, was an den zahlreichen gestrichelten Linien im Flussdiagramm erkennbar ist.
 Sind keine Ausbauarbeiten erforderlich gewesen (57), ist vor der Rückholung der Gebinde kein Zugang zur Einlagerungskammer notwendig gewesen und aller Voraussicht auch nicht geschaffen worden. Unter diesen Voraussetzungen kann über die Wahl des Zugangsniveaus frei entschieden werden. Aus Sicht der Gebirgsbeherrschung kann die Bergung sowohl über einen „Zugang oberhalb der Gebinde“ (→45) erfolgen (Bergetechniken bereits erläutert, 46 – 56) als auch
- (58) einen „horizontalen Zugang sohlennah“.
- (59) Über einen solchen Zugang erfolgt die Bergung mit „flurgebundenen Bergefahrzeugen“ auf Rad-, Ketten- oder Schreitfahrwerk.
- (60) Sollte sich im Zuge der weiteren Planungen herausstellen, dass eine „Abförderung vertikal über die ELK-Sohle gewünscht“ oder aus bislang nicht berücksichtigten – beispielsweise betrieblichen – Gründen vorteilhaft oder notwendig ist, wurde auch diese Möglichkeit im Zuge einer abdeckenden Planung berücksichtigt.
- (61) Dafür muss mindestens ein „Weiterer Zugang vertikal durch die Sohle“ (Abbildung 30) geschaffen werden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 63 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

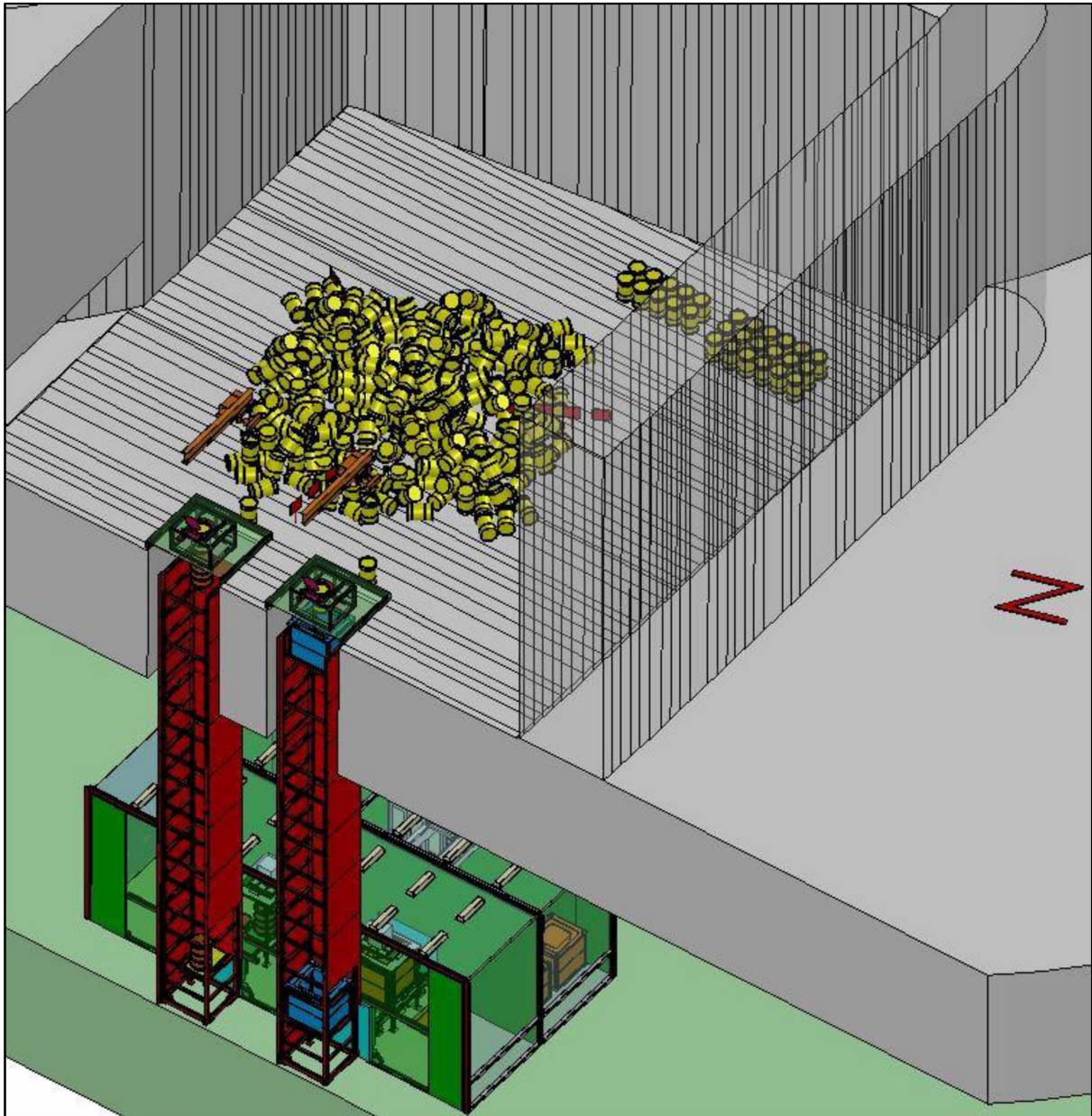


Abbildung 30: Zugang vertikal durch die Sohle

- (62) Die „Abförderung erfolgt unterhalb der 511-m-Sohle“ über einen zusätzlichen Abförderweg. Sollte auf eine vertikale Abförderung über die ELK-Sohle verzichtet werden oder verzichtet werden können, stehen 3 Konzepte zur Verfügung:
- (63) Ohne „Abförderung vertikal durch die Sohle“ (60←) können die Gebinde ohne weitere Betriebsmittel für den Transport innerhalb der Einlagerungskammer zur Schleuse „flur-/sohlen-gleich geborgen“ werden.
- (64) Eine Abwandlung dieses Konzeptes ergibt sich, wenn ein „kleiner (dimensionierter) Zugang auf halber Kammerhöhe“ (Abbildung 31) hergestellt wird.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 64 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- (65) Durch diesen Zugang wird ein „Bergekragarm“ geführt, der die geborgenen Gebinde aufnimmt und an die Schleuse übergibt. In dem Fall sind die Schleusen für Großgeräte und Personal von denen der Gebinde räumlich getrennt.

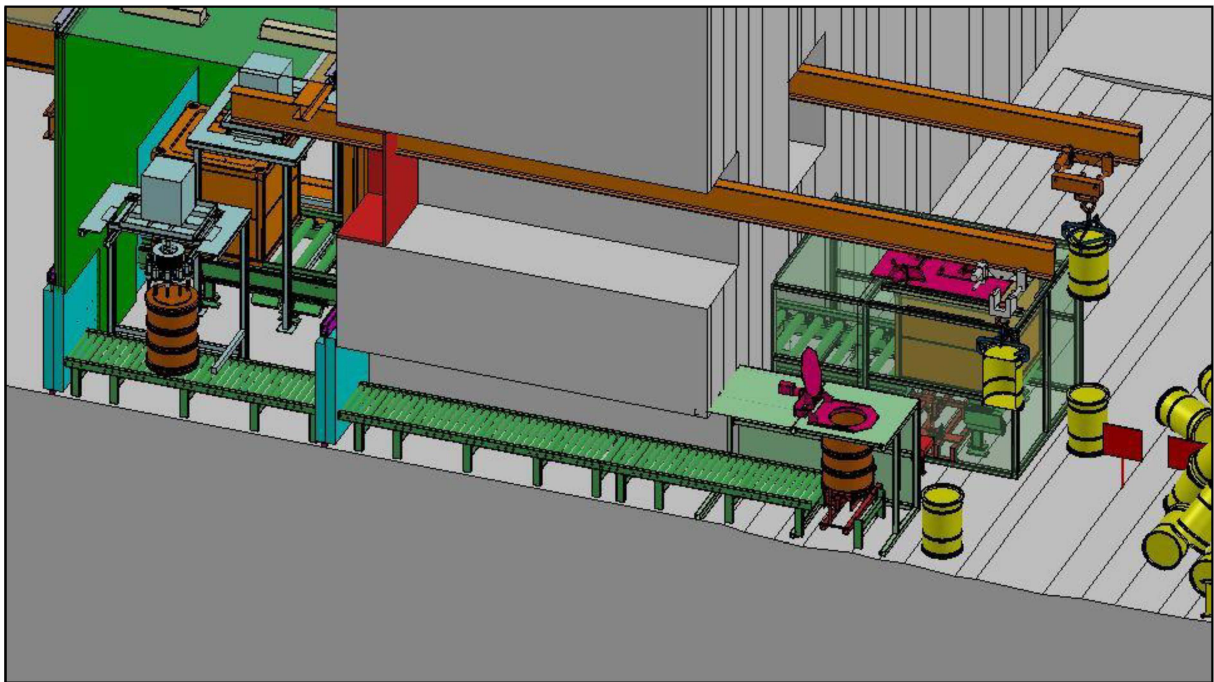


Abbildung 31: Kleiner dimensionierter Zugang auf halber Kammerhöhe mit Bergekragarm

- (66) Sollten z. B. Gebinde in großem Umfang durch Flurfahrzeuge schwer zugänglich sein, ist es darüber hinaus möglich, die „Pendelwege der Flurfahrzeuge zu verringern“ (66) und einen „sohlengestützten Kran“ (→54) zu errichten, der nicht wie bereits an anderer Stelle beschrieben durch einen Zugang firstnah (45←), sondern mit weniger Aufwand von der Sohle aus (58←) errichtet wird (Abbildung 27).
- (67) „Waren Ausbaurbeiten in der ELK erforderlich“ (57←), wurden die Betriebsmittel und die „Ausrüstung für die Ausbautechnik bedarfsabhängig bereits ausgewählt“.
- (68) „Wurde bisher ein Sohlzugang (für die Ausbaurbeit) erstellt“, kann dieser
- (69) „alte Zugang und die vorhandenen Betriebsmittel“ folglich auch für die Bergung der Gebinde genutzt werden.
- (70) Sollte es nicht gewünscht oder aus bisher nicht berücksichtigten Erfordernissen (z. B. betrieblicher Art) nötig sein, den Sohlzugang weiter zu nutzen (68←), ist ein „neuer Zugang und ggf. neue Betriebsmittel erforderlich“. Ein „Zugang oberhalb der Gebinde“ (→45) ermöglicht die Bergung in bereits beschriebener Weise.
- (71) „Waren Ausbaurbeiten in der ELK erforderlich“ (57←) und „wurde dazu kein Sohlzugang erstellt“ (68←), wurden die Ausbaurbeiten zwangsläufig mit einem Zugang oberhalb der Gebinde durchgeführt. In dem Fall ist eine „Nutzung des alten Zugangs und vorhandener Geräte möglich“ (71) oder
- (72) ein „neuer Zugang und ggf. neue Geräte erforderlich“, der dann „horizontal und sohlennah“ hergestellt wird (→58).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 65 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

(73) Bisher wurden die Werkzeugträger zum Bergen abhängig von unterschiedlichen Zugangsniveaus und Richtungen beschrieben. An diese Werkzeugträger müssen Bergewerkzeuge angeschlagen werden. Dafür kommen (abhängig vom Gebinde- und Einlagerungszustand sowie vom Zugangsniveau) Hebe-, Löse- und Greifwerkzeuge in Frage, die über Kupplungen mit dem Werkzeugträger verbunden werden. Die Bilder zeigen exemplarisch eine schon heute vorhandene Verfügbarkeit unterschiedlicher Systeme.

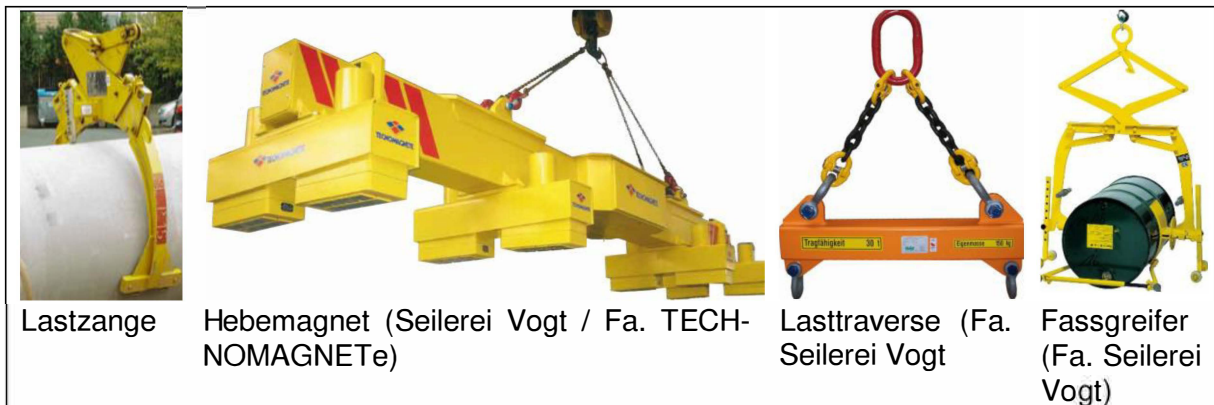


Abbildung 32: Hebewerkzeuge

Für intakte Gebinde kommen Hebewerkzeuge (Abbildung 32) wie Lasthaken, Fasszangen, Lasthebemagneten, Vakuumhebergeräte u. a. aus der Transporttechnik in Frage.

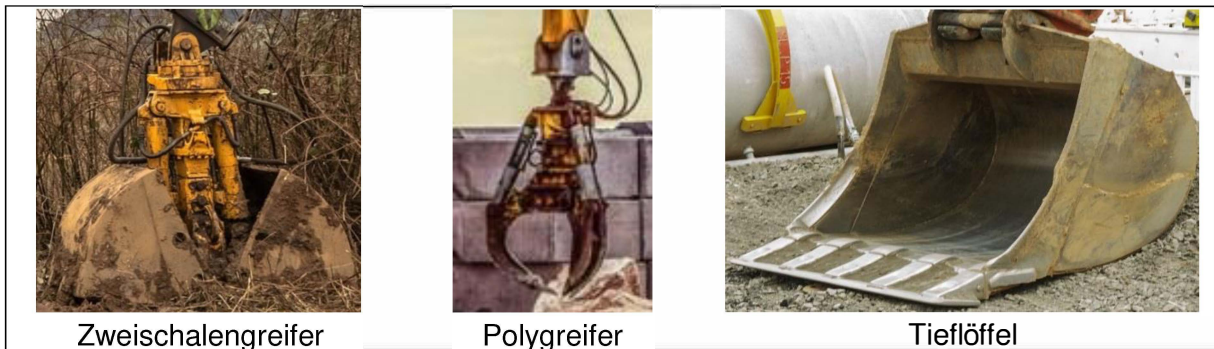


Abbildung 33: Greifwerkzeuge

Für Haufwerk oder ein uneinheitliches Materialgemenge sind als Anbaugeräte (Abbildung 33) z. B. Zweischalengreifer oder Polygreifer sowie Löffel (wie hier gezeigt Tieflöffel) geeignet. Die Werkzeuge müssen mit den Werkzeugträgern abgestimmt werden. Grundsätzlich sind diese Werkzeuge auch für seilbetriebene Anlagen wie Seilkräne geeignet.

Wie bereits erläutert, ist es nicht auszuschließen, dass Gebinde voneinander getrennt werden müssen. Für den Fall existieren geeignete Schneid- und Trennwerkzeuge (Abbildung 34).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 66 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		



Abbildung 34: Trennwerkzeuge: Baggeranbausägen/fräsen, hier Anwendungsbeispiele der Fa. Echidna Technologies Pty Ltd, Australien

Dabei treten jedoch Kräfte lateral auf, die von Seilkränen nicht übertragen werden können. Die Bergeeinrichtung muss deswegen so ausgelegt sein, dass ein Trennen und Schneiden ermöglicht wird (z. B. durch an Kränen angeschlagene Manipulatoren).

3.4 KONZEPTAUSWAHL

Die im vorherigen Kapitel 3.3 beschriebene situationsangepasste Planung führt dazu, dass für jedes mögliche Szenario ein oder mehrere Konzepte zur sicheren Rückholung der MAW-Gebinde aus der ELK 8a/511 zur Verfügung stehen. Auf Basis der im 2. Teilbericht beschriebenen Bewertungen und der in Kapitel 3.3 dargestellten Kausalitäten ergeben sich mehrere mögliche und sinnvollerweise weiterzuverfolgenden Konzepte. Gemäß der in Kapitel 3.1 dargestellten Ausführungen, sind drei Konzepte ausreichend für eine abdeckende Planung. Im vorliegenden Bericht werden die nachfolgend genannten zwei Konzepte detailliert beschrieben:

- 1) Das Grundkonzept, welches das geeignete Konzept im Hinblick auf das wahrscheinlichste Szenario unter den Gesichtspunkten Sicherheit, Schnelligkeit und Kosten ist. Es sieht einen Zugang sohlennah und Nutzung konventioneller Technik vor. In Anhang 3 und 4 ist das Flussdiagramm für das Grundkonzept abgebildet.
- 2) Das Alternativkonzept ist das geeignetste Konzept, falls die Sohle der ELK 8a/511 nicht genutzt werden kann oder soll. Hierbei erfolgt der Zugang in die Einlagerungskammer firstnah und es wird ein Kragarmkran zur Sicherung der Firste und der Stöße und zur Bergung der Gebinde eingesetzt (Anhang 5 und 6).

Zusätzlich zu den zuvor genannten zwei Konzepten wird in einem gesonderten Bericht ein weiteres Konzept detailliert dargestellt, welches eine Bergung der Gebinde mit Hilfe der Sicherung der Einlagerungskammer über einen Teilversatz ermöglicht.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle 3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 67 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

4 AUS- UND VORRICHTUNG

In Kapitel 4 werden die Verbindungswege zwischen dem Schacht Asse 2 sowie dem Schacht Asse 5 zur ELK 8a/511 beschrieben. Zur Überbrückung des Höhenunterschiedes zwischen dem Füllort auf der 490-m-Sohle und dem Zielgebiet, in dem die Ausrichtungstrecken enden, werden diese Strecken geneigt aufgeföhren. Das Höhenniveau des Zielgebietes wird durch Lage des Kammerzugangs (first- bzw. sohlennah) bestimmt und befindet sich im Niveau 500 m bzw. 511 m. Die Verbindungsstrecke zwischen dem Zielgebiet und der Einlagerungskammer (Vorrichtungstrecke) wird aufgrund der Anforderungen der Schleusenbauwerke weitestgehend horizontal aufgeföhren.

4.1 DEFINITION DER AUS- UND VORRICHTUNG UND IHRE AUFGABEN FÜR DIE RÜCKHOLUNG

Unter dem Begriff Ausrichtung wird im Bergbau das Herstellen von Grubenbauen verstanden, welche zur Erschließung einer Lagerstätte dienen. An die Ausrichtung anschließend erfolgt die Vorrichtung, die den Zugang zur Lagerstätte schafft und diejenigen Grubenbaue umfasst, die zur Freilegung der Abbaufrent erforderlich sind. Auf die Rückholung bezogen, sind die Ausrichtungsgrubenbaue die Schächte Asse 2 und Asse 5, sowie diejenigen Grubenbaue, die bis in die Nähe der ELK 8a/511 führen. Hier ist der sogenannte Zielbereich, in dem u. a. auch Infrastrukturräumlichkeiten verortet sind. Von diesem aus kann die Einlagerungskammer über eine oder mehrere Vorrichtungstrecken angeschlossen werden. Die Aus- und Vorrichtungsgrubenbaue schaffen eine dauerhafte Verbindung (zumindest für den Zeitraum der Rückholung) zwischen der Einlagerungskammer und der Tagesoberfläche.

Die Ausrichtungsgrubenbaue werden für den Transport der umverpackten radioaktiven Abfälle nach dem Verlassen der Schleuse bis vor die Beschickung des jeweiligen Tagesschachtes benötigt.

Weitere Aufgaben der Aus- und Vorrichtungsgrubenbaue sind der Transport von Menschen, Material – beispielsweise Umverpackungen – und Maschinen sowie der Abtransport von Haufwerk. Sie dienen zur Bewetterung (Frisch- und Abwetter) der Betriebspunkte und beinhalten die für die Rückholung erforderlichere Infrastruktur wie z. B. Versorgungsleitungen und, abhängig von der Transporttechnik, beispielsweise Schienen.

Die Grubenbaue der Aus- und Vorrichtung werden mittels einer Teilschnittmaschine aufgeföhren. Bevorzugt werden dabei Gerätschaften verwendet, die bereits auf der Schachtanlage Asse II vorhanden sind.

4.2 AUSRICHTUNG BEI BERGUNG DER GEBINDE ÜBER SCHACHT ASSE 2

Ein wesentliches Ergebnis aus dem Flussdiagramm der situationsangepassten Planung (siehe Kapitel 3) und der Schleusenbauwerke (Kapitel 7) besteht darin, dass horizontale Kammerzugänge favorisiert werden, die entweder im Niveau der Sohle (Grundkonzept) oder im Niveau der Firste (Alternativkonzept) der ELK 8a/511 liegen. Vom Füllort am Schacht Asse 2, das auf der 490-m-Sohle liegt, ist bei einem sohlennahen Anschluss der Einlagerungskammer eine Höhendifferenz von 21 m zu überwinden. Wird die rd. 15 m hohe Einlagerungskammer im Bereich der Kammerfirste angeschlossen, so beträgt die zu überbrückende Höhendifferenz zwischen dem Füllort Schacht Asse 2 und dem Kammerzugang rd. 10 m, wenn für die Vorrichtungstrecke die auf der Schachtanlage Asse II übliche Streckenhöhe von 4 m unterstellt wird.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 68 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Die Ausrichtung vom Schacht Asse 2 endet in einem Zielgebiet, von dem aus die Vorrichtungstrecke zur Einlagerungskammer anschließt. Das Zielgebiet liegt nordöstlich der Einlagerungskammer (Abbildung 35). Von hier aus können – falls gewollt – jeder der vier Kammerstöße über eine Vorrichtungstrecke angeschlossen werden. Das ausgewählte Zielgebiet hat den Vorteil, dass es in einem geologisch günstigen und nicht unmittelbar durch Abbau beeinflussten Bereich liegt, wie es bei einer Lage im Süden der Einlagerungskammer der Fall wäre.

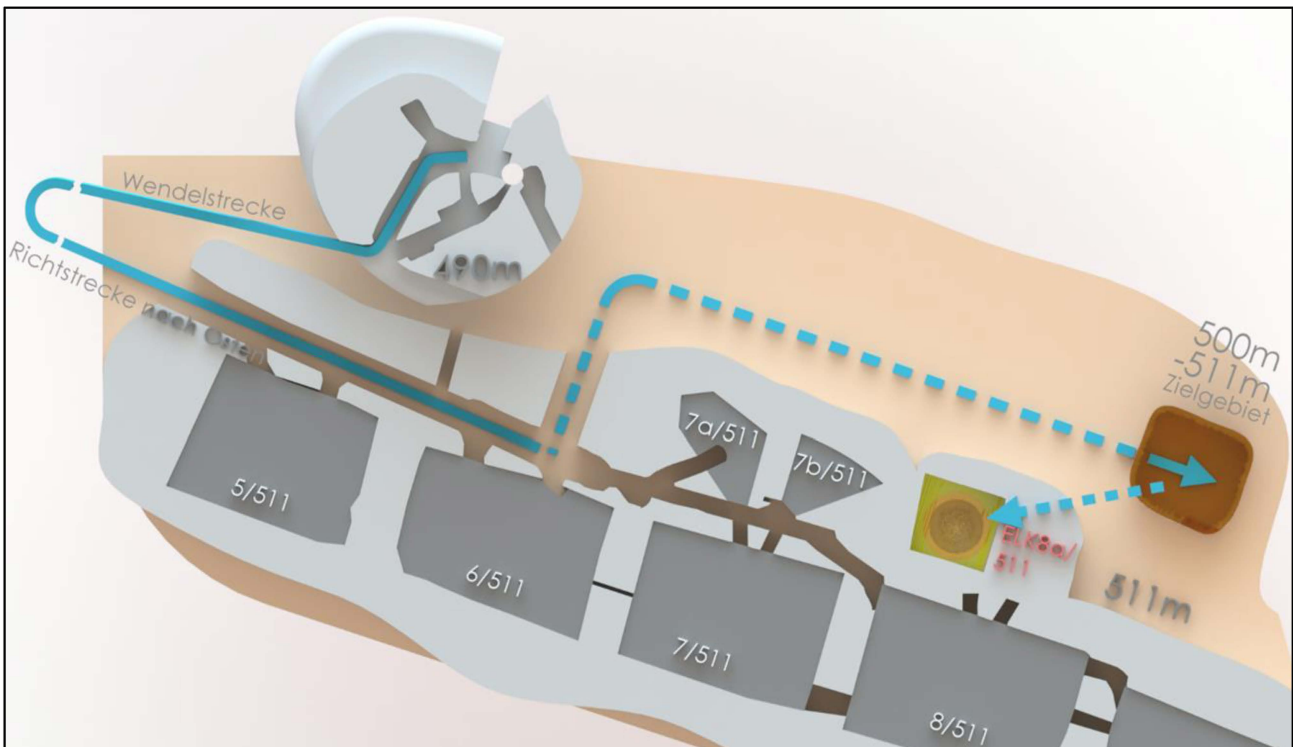


Abbildung 35: Bergung über Schacht Asse 2, Ausrichtung teilweise über bestehende Grubenbaue (Ausrichtungsvariante 1)

Aus dem Erfordernis heraus, dass die Schleusenbauwerke in einer horizontalen Strecke zu positionieren sind, befindet sich das Zielgebiet bei einem sohlennahen Zugang im Niveau 511 m (Grundkonzept) und bei einem firstnahen Zugang im Niveau 500 m (Alternativkonzept). Vom Füllort auf der 490-m-Sohle kann das Zielgebiet teilweise über bereits bestehende Grubenbaue oder auch über neu aufzufahrende Grubenbaue erreicht werden. Eine Ausrichtung über bestehende Grubenbaue (Abbildung 35, blauer Weg) kann vom Füllort der 490-m-Sohle zur Wendelstrecke und über die nördlich der Abbaukammern gelegene Richtstrecke nach Osten bis etwa zur Abbaukammer 6/511 erfolgen. Von dort aus kann das Zielgebiet über eine rd. 220 m lange neu aufzufahrende Strecke erreicht werden. Je nachdem, ob das Zielgebiet im Niveau 511 m oder im Niveau 500 m liegt, ist der Streckenverlauf söhlig bzw. 5 % steigend. Die Trasse des neu aufzufahrenden Abschnittes der Ausrichtungstrecke wurde so gewählt, dass gebirgsmechanisch anspruchsvolle Zonen wie frühere Abbaukammern der 511-m-Sohle und Restfesten zwischen den Abbaukammern nicht durchörtert werden. Die Trasse liegt im Leine-Steinsalz und hält mehr als 15 m Abstand zu den Abbaukammern. Das Leine-Steinsalz ist im Allgemeinen von kompakter Struktur und weist relative hohe Festigkeiten auf. Grubenbaue im Steinsalz sind in der Regel standfest, größere Abschalungen und Entfestigungs-



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 69 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

erscheinungen sind aufgrund der Gesteinseigenschaften eher selten. Der Abstand zu den Abbaukammern ist nach den bisherigen Erfahrungen der Schachtanlage Asse II ausreichend groß um deutliche Einflüsse aus den früheren Abbauen auf die Ausrichtungstrecke zu vermeiden. Hinsichtlich der Auffahrung und der Unterhaltung des neu aufzufahrenden Abschnittes sind aus gebirgsmechanischer Sicht keine besonderen Anforderungen erforderlich. Für Streckenneuauffahrungen mit Nutzungsdauern von 3 bis 5 Jahren ist von einem geringfügigen **Wartungs- und Instandhaltungsaufwand** auszugehen. Zur Sicherung der First- und ggf. der Stoßkonturen ist eine Systemankerung ausreichend. Diese Streckenführung wird im **Weiteren** als **blauer Weg** bezeichnet.

Alternativ zur teilweisen Nutzung bereits vorhandener Grubenbaue besteht die Möglichkeit, die Ausrichtung vom Schacht Asse 2 bis in das Zielgebiet über eine neu aufzufahrende Rampe herzustellen (Abbildung 36, **grüner Weg**). Die Länge dieser neu aufzufahrenden Strecke beträgt rd. 230 m mit einer Neigung von 5 %, wenn das Zielgebiet im Niveau 500 m liegt bzw. 10 % wenn das Zielgebiet auf 511 m liegt. Auch diese Strecke kann im stabilen Steinsalz aufgefahren werden und ist aufgrund ihrer Lage von den früheren Abbaukammern nahezu unbeeinflusst. Der Vorteil dieser Trassenführung besteht darin, dass die Rückholung der **MAW-Gebinde** nahezu unabhängig vom sonstigen Grubenbetrieb durchgeführt werden kann. Diese Lösung wird im **Weiteren** als **grüner Weg** bezeichnet.

Sowohl bei teilweiser Ausrichtung über bestehende Grubenbaue (Abbildung 35) also auch bei vollständiger Neuausrichtung (Abbildung 36) ist zu beachten, dass die neu aufzufahrenden Strecken/abschnitte innerhalb des bestehenden Sicherheitspfeilers gegen das potenziell lösungsführende Anhydritmittel am4 stehen werden. Aus genehmigungsrechtlicher Sicht ist für Auffahrungen in diesem Sicherheitspfeiler (LBEG, 2011) der Nachweis eines ausreichenden Abstandes zum potenziell Salzlösung führenden Anhydritmittel 4 (am4) zu erbringen. Eine Genehmigungserteilung erscheint realistisch, da bereits zuvor in diesem Bereich Grubenbaue erstellt wurde.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 70 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

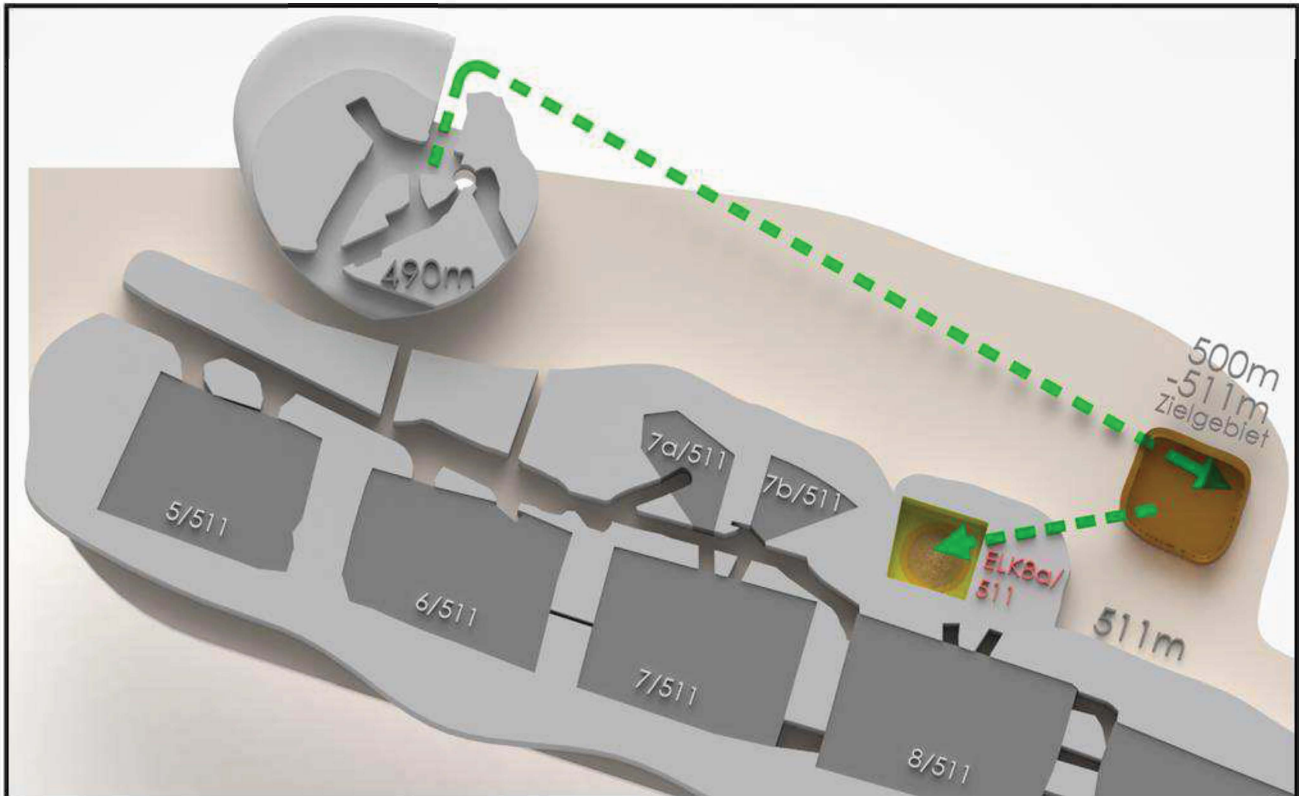


Abbildung 36: Bergung über Schacht Asse 2, Ausrichtung neue Grubenbaue (Ausrichtungsvariante 2)

4.3 AUSRICHTUNG BEI BERGUNG DER GEBINDE ÜBER SCHACHT ASSE 5

Bei einer Bergung der Gebinde über den neu zu errichtenden Schacht Asse 5 ist ein deutlich größerer Höhenunterschied als bei einer Bergung über den Schacht Asse 2 zu überbrücken, da das am Schacht Asse 5 geplante Füllort zum Zeitpunkt der Berichtserstellung im Niveau 595 m geplant ist. Bei einem firstnahen Zugang zu der ELK 8a/511 beträgt die Höhendifferenz zum Füllort Schacht Asse 5 rd. 95 m und bei einem sohlennahen Zugang rd. 85 m.

Auch bei einer Bergung der Gebinde über den Schacht Asse 5 besteht die Möglichkeit bereits vorhandene Ausrichtungsbaue zu nutzen. Mögliche Ausrichtungsvarianten für eine Bergung der Gebinde über den Schacht Asse 5 sind in Abbildung 37 und in Abbildung 38 dargestellt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 71 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

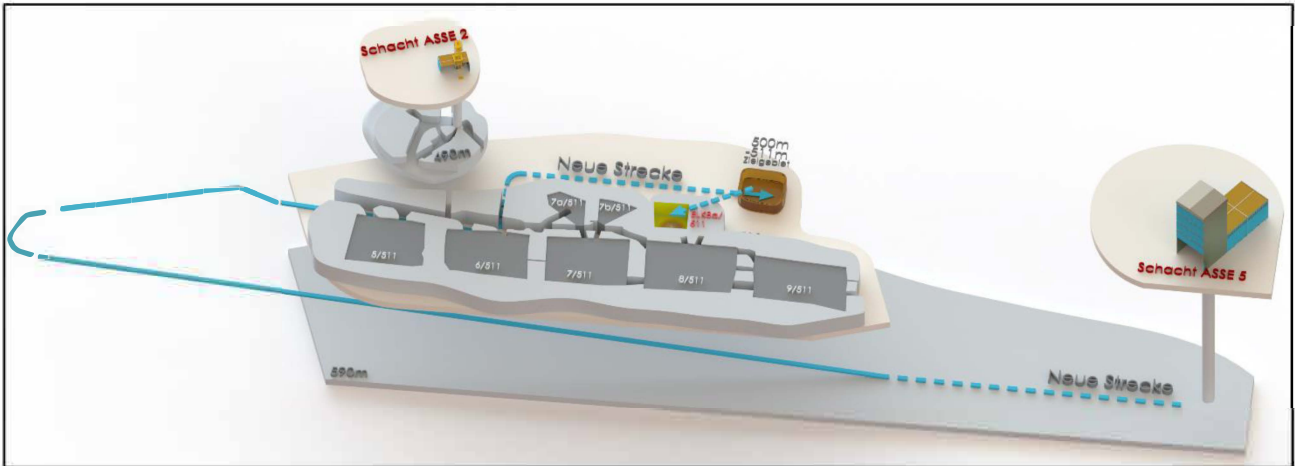


Abbildung 37: Bergung über Schacht Asse 5 (Ausrichtungsvariante 3)

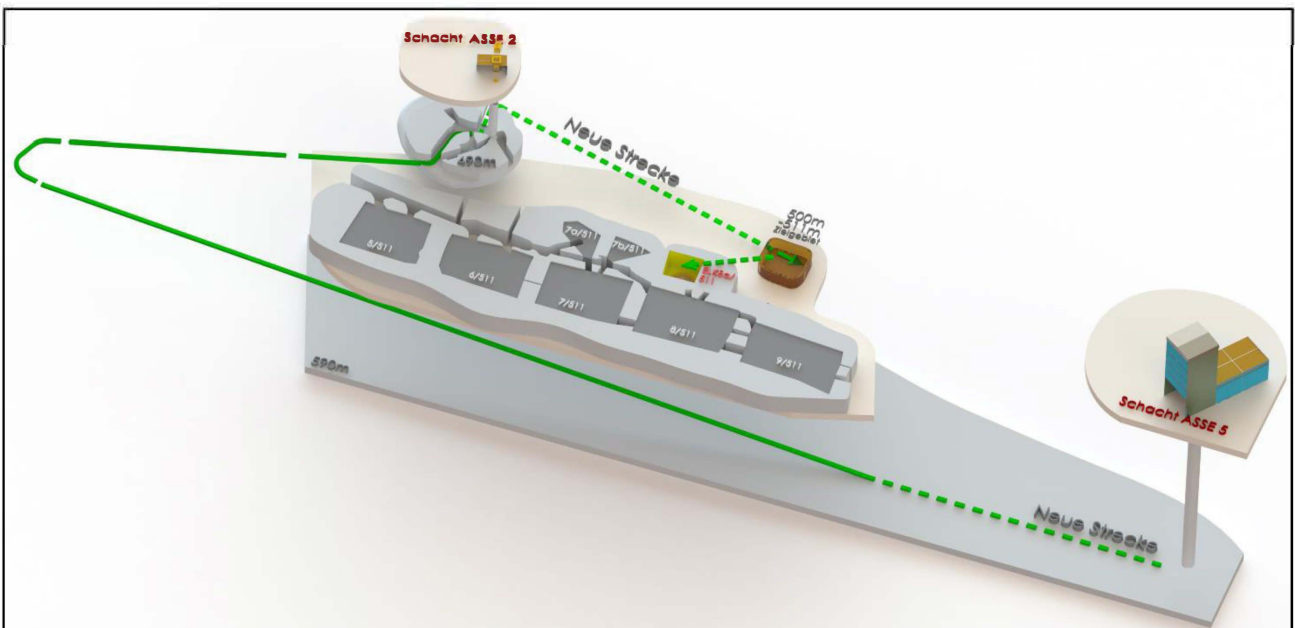


Abbildung 38: Bergung über Schacht Asse 5 (Ausrichtungsvariante 4)

Beide Ausrichtungsvarianten zum Schacht Asse 5 sind im Bereich zwischen der 511-m-Sohle und der 490-m-Sohle nahezu identisch mit den Ausrichtungsvarianten zum Schacht Asse 2 (Abbildung 35 und Abbildung 36). Dies hat u. a. den Vorteil eines geringen Planungsaufwandes. Die weitere Ausrichtung erfolgt über die bestehende Wendelstrecke bis in das Niveau der 595-m-Sohle.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 72 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

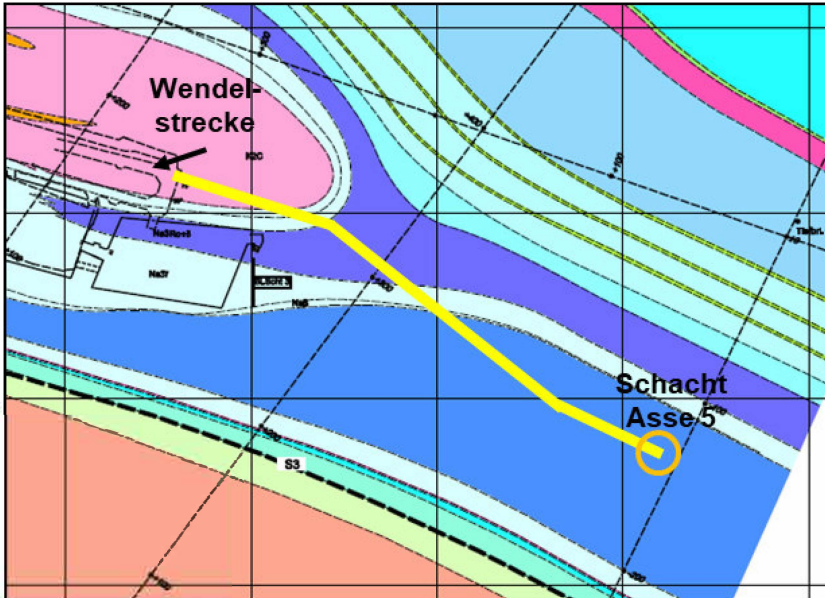


Abbildung 39: Geologischer Riss der 595-m-Sohle

Die Anbindung von der Wendelstrecke (Niveau 595 m) aus an den Schacht Asse 5 wurde bereits in den Berichten „Konzeptplanung für einen weiteren Schacht – Konzeptplanung für die standortunabhängigen Faktoren“ (DMT, Thyssen Schachtbau, K-UTEC, 2017) und „Konzeptplanung für einen weiteren Schacht – Neue Infrastrukturräume und Anschluss an Schacht Asse 5“ (BfS, 2013) beschrieben.

Die Abbildung 39 zeigt in gelb die Trassenlage im geologischen Riss der 595-m-Sohle. Die Trassenlage wird im Wesentlichen durch die einzuhaltenden Sicherheitsabstände zu den potenziell wasserführenden Schichten des am4 im Norden und des so1A-so1Na im Süden bestimmt. Der überwiegende Teil der Strecke wird nach heutigem Kenntnisstand als standfest bekanntes Steinsalz (blaue Bereiche, Abbildung 39) stehen und hier darüberhinaus außerhalb des Einflusses früherer Abbaue. Wie für die Ausrichtung im Niveau der 490-m bis 511-m-Sohle sind auch bei Auffahrungen im Niveau der 595-m-Sohle im Steinsalz aus gebirgsmechanischer Sicht keine Besonderheiten zu erwarten.

Rd. 60 m des rd. 300 m langen Abschnittes der Ausrichtung auf der 595-m-Sohle sind jedoch im Carnalitit aufzufahren (rosa Bereiche, Abbildung 39). Im Carnalitit ist aufgrund der geringeren Materialfestigkeiten und der Verwitterungsanfälligkeit von einem erhöhten Wartungs- und Sicherheitsaufwand auszugehen. Trotzdem ist eine Systemankerung ggf. in Kombination mit einem Netzverzug zur Vermeidung von Abschalungen ausreichend. Grundsätzliche Sicherheitsprobleme und signifikante Einschränkungen können auch hier mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

4.4 ALTERNATIVE AUS- UND VORRICHTUNGSMÖGLICHKEITEN ZUM SCHACHT ASSE 5

Bei einer geplanten Rückholung der Gebinde über den Schacht Asse 5 gibt es zu der in Kapitel 4.3 beschriebenen Ausrichtung noch weitere Möglichkeiten. Beispielsweise ist die kürzeste Verbindung zwischen dem in der Nähe der Einlagerungskammer gelegenen Zielgebietes und der 595-m-Sohle ein Blindschacht. Je nachdem ob sich das Zielgebiet bei einem firstnahen Zugang im Niveau 500 m oder bei einem sohlennahen Zugang im Niveau 511 m befindet, beträgt die Länge eines solchen



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 73 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Blindschachtes einschließlich Schachtkopf und Schachtsumpf 105 m bzw. 95 m. Auch im Falle einer Ausrichtung über einen Blindschacht ist es schon aus wettertechnischen Gründen (durchgehende Bewitterung) notwendig, diesen nicht nur im Niveau der 595-m-Sohle mit dem Schacht Asse 5 zu verbinden, sondern es ist ebenfalls eine Verbindung mit dem Schacht Asse 2 im Niveau der 490-m-Sohle erforderlich. Dies bedeutet, dass die in Kapitel 4.3 beschriebenen neu aufzufahrenden Strecken auch dann erstellt werden müssen, wenn ein Blindschacht als Verbindung zwischen dem Zielgebiet und der 595-m-Sohle dienen soll. Der Blindschacht wäre eine sinnvolle Ausrichtung, wenn der Offenhaltungsbetrieb nur in einem geringen Ausmaß beeinträchtigt werden soll.

Eine neu aufzufahrende **Wendel** oder eine steile Rampe sind ebenfalls Ausrichtungsoptionen für den Fall, dass der Offenhaltungsbetrieb nur geringfügig beeinträchtigt werden soll. Wie bereits für den Blindschacht, gilt auch für diese Optionen, dass diese Grubenbaue zusätzlich zu den im Kapitel 4.3 beschriebenen Strecken aufgefahren werden müssen.

Durch eine zeitliche Trennung des Transportes der umverpackten Gebinde vom normalen Offenhaltungsbetrieb, besteht auch ohne einen zusätzlichen Blindschacht, einer neuen **Wendelstrecke** oder Rampe die Möglichkeit, die Auswirkung der Rückholung auf den Offenhaltungsbetrieb gering zu halten. Unter dieser Prämisse ist die Ausrichtung über die bestehende **Wendelstrecke** (siehe Kapitel 4.3) den anderen Möglichkeiten deutlich überlegen, da sie unter anderem deutlich schneller, technisch einfacher und auch kostengünstiger ist.

4.5 GESTALTUNG DER AUS- UND VORRICHTUNGSGRUBENBAUE

4.5.1 Anforderung an die Aus- und Vorrichtungsrubenbaue

Die Anforderungen an die Aus- und Vorrichtungsrubenbaue ergeben sich im **Wesentlichen** aus ihrem Hauptzweck nämlich dem Transport von umverpackten Gebinden, Personen, Maschinen, Material, Bauteilen und Haufwerk. Hierfür haben sich die in der Schachtanlage Asse II üblichen Streckenquerschnitte mit rd. 5 m Breite und 4 m Höhe als ausreichend erwiesen. Für den Aufbau der Schleusen oder auch den Aufbau von Kranen müssen über die Aus- und Vorrichtungsruckten Bauteile in die Schachtanlage gebracht werden. Damit dies möglich ist, müssen die Bauteilgrößen, den Streckengrößen und -radien angepasst werden.

Der Transport der umverpackten Gebinde bedarf keiner besonderen Anforderungen an die Streckendimensionen (vergleiche Kapitel 7.2). Für den Fall, dass die Rückholung über den Schacht Asse 2 erfolgen soll, richtet sich die Größe der umverpackten Gebinde nach der Größe und der Traglast des Förderkorbes. Für den Normalbetrieb ist der Schacht Asse 2 auf eine Traglast von 5 Tonnen ausgelegt. Die im Förderkorb des Schachtes Asse 2 zur Verfügung stehende Ladefläche beträgt 1,15 m x 2,00 m. Als Folge dessen muss die Größe der umverpackten Gebinde kleiner als diese Fläche sein und deren Gewicht darf max. 5 t betragen. Die Größe zweier in einer Umverpackung befindlichen Gebinde wird auf 2 m x 1 m begrenzt. Je nach Abschirmung wird das Gewicht für zwei umverpackte Gebinde in der Umverpackung zwischen 3,5 Tonnen und 5 Tonnen betragen (siehe auch Kapitel 7.2).

Der Schacht Asse 5 ist auf eine Nutzlast von 25 Tonnen ausgelegt, wobei der Förderkorb eine Grundfläche von 2,9 m x 4,9 m hat. Demnach könnten über den Schacht Asse 5 gleichzeitig bis zu vier Umverpackungen mit den zuvor beschriebenen Abmessungen, verteilt auf vier Ebenen, gefördert werden. Für den gleichzeitigen Transport von acht, in vier Umverpackungen umverpackten Gebinden, ist ein Fahrzeug von mit rd. 5 m Länge und 2,5 m Breite ausreichend. Für Fahrzeuge mit diesen Abmessungen sind die vorhandenen Streckengrößen und Krümmungsradien (z. B. der **Wendelstrecke**) geeignet.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 74 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Beim blauen Weg (Ausrichtungsvariante 1, Abbildung 35 sowie Ausrichtungsvariante 3, Abbildung 37) berücksichtigt die Konzeptplanung die Nutzung bereits bestehender Grubenbaue. Hierzu gehört insbesondere die bestehende Wendelstrecke, deren Krümmungsradius maßgeblich für die zulässige Bauteilgröße (-länge) sein wird. Beim grünen Weg der Ausrichtung (Ausrichtungsvariante 2, Abbildung 36 sowie Ausrichtungsvariante 4, Abbildung 38) könnten die Krümmungsradien der neu aufzufahrenden Strecken auf die Längen der zu transportierenden Bauteile abgestimmt werden. Auslegungsbestimmend für die zulässige Bauteilgröße sind die Platzverhältnisse am Schacht Asse 2 bzw. der Wendelstrecke.

Für die weitere Planung wird für neu aufzufahrende Strecken die auf der Schachtanlage Asse II übliche Querschnittsform in Abbildung 40 mit einer Breite von 5 m und einer Höhe von 4 m zugrunde gelegt.



Abbildung 40: Streckenquerschnitt 511-m-Sohle

Aus gebirgsmechanischen Gründen sollte die Firste als Wölbung ausgebildet werden. Bei einer Rückholung über den Schacht Asse 5 erfolgt der Transport unter anderem über die bestehende Wendelstrecke, die eine Neigung von 10 % aufweist. Die Ausrichtungsstrecke vom Schacht Asse 2 bis in das Zielgebiet weist – je nachdem ob sich das Zielgebiet im Niveau 500 m oder 511 m liegt – eine Steigung von 5 % bzw. 10 % auf. Nach den auf der Schachtanlage Asse II vorhandenen Erfahrungen ist bei diesen Neigungsbeträgen der Einsatz von bereiften Fahrzeugen möglich.

Beim, im Vergleich zum blauen Weg längeren, grünen Weg beträgt die Transportstrecke vom Zielgebiet bis zum Füllort am Schacht Asse 2 rd. 250 m und bis zum Füllort am Schacht Asse 5 rd. 1.500 m. Bei einer angenommenen Geschwindigkeit von ca. 2 m/s würde das Füllort am Schacht Asse 2 in weniger als 3 Minuten vom Zielgebiet aus erreicht werden können. Der Schacht Asse 5 wäre unter dieser Annahme in etwa 15 Minuten erreichbar. Wegen der vergleichsweise geringen Anzahl der rückzuzuholenden Gebinde und relativ kurzen Transportzeiten wird der Transport nicht das zeitlich führende Element der Rückholung sein. Für den Transport der umverpackten Gebinde wird der Einsatz eines Fahrzeuges als ausreichend angenommen. Somit kann aus diesem Blickwinkel heraus auf die Einrichtung von Ausweichstellen verzichtet werden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 75 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

4.5.2 Erstellung der Aus- und Vorrichtungsgrubenbaue

Im Bergbau gängige Verfahren zur Herstellung von Grubenbauen sind konventionelle Auffahrtechnik mittels Bohren und Sprengen – welches derzeit auf der Schachtanlage Asse II nicht genehmigt ist – sowie die maschinelle Auffahrtechnik. Die maschinelle Auffahrtechnik, ist das gebirgsschonendere Verfahren, da aufgrund des fehlenden Einsatzes von Sprengstoffen Gebirgsserschütterungen und -auflockerungen vermieden werden. Die Nutzung von Teilschnittmaschinen ist auf der Schachtanlage Asse II Stand der Technik und bedarf darüber hinaus keiner neuen Genehmigung, wie es für bei einem Vortrieb mit Bohr- und Sprengarbeiten der Fall wäre.

Aus diesem Grunde ist eine maschinelle Auffahrung vorzuziehen. Beim maschinellen Vortrieb unterscheidet man zwischen dem Einsatz von Teilschnittmaschinen (TSM) und dem vom Vollschnittmaschinen, die auch als Tunnelbohrmaschinen (TBM) bezeichnet werden. Tunnelbohrmaschinen kommen meist dann zum Einsatz, wenn Strecken von mehreren Kilometern Länge erstellt werden sollen, was für die Rückholung der MAW-Gebinde nicht erforderlich ist. Teilschnittmaschinen sind im Allgemeinen kompakter und wendiger als Tunnelbohrmaschinen. Aus den zuvor genannten Gründen erfolgt die weitere Planung unter Berücksichtigung eines Einsatzes von Teilschnittmaschinen.



Abbildung 41: Auf der Schachtanlage Asse II vorhandene Maschine der BBM-operta Gruppe

Obwohl nach bisherigen Kenntnisstand bei der Streckenauffahrung keine nennenswerten gebirgsmechanischen Schwierigkeiten zu erwarten sind, sollte die Teilschnittmaschine mit einem Ankerbohr- und -setzgerät ausgestattet sein oder eine entsprechende separate Gerätschaft zur Verfügung stehen, um im Falle von lokalen Schwachstellen das Gebirge stabilisieren zu können.

Teilschnittmaschinen sind strombetriebene Geräte. Da auf dem Markt keine batteriebetriebenen Maschinen erhältlich sind, ist eine geeignete Stromversorgung bereitzustellen.

Streckenauffahrungen sind sonderbewetterte Betriebspunkte. Eine ausreichende Bewetterung kann mittels Lüfter und Lutten gewährleistet werden. Dies ist bergbaulich erprobt und gängige Praxis auf der Schachtanlage Asse II.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 76 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

In einem Teilschnittmaschinen-Vortrieb wird das anfallender Haufwerk auf eine Bandanlage aufgegeben oder mittels Lade- und/oder Transportfahrzeugen zum Bestimmungsort verbracht. Bandanlagen kommen dann zum Einsatz, wenn das Haufwerk über große Entfernungen transportiert werden muss bzw. wenn bei langen Vortriebsstrecken aufgrund der anfallenden Haufwerksmenge ein kontinuierlicher Abtransport von Vorteil ist.

Unabhängig davon, ob bei einer Rückholung über den Schacht Asse 2 der blaue Weg (Abbildung 35) oder der grüner Weg (Abbildung 36) gewählt wird, ist die Länge der neu aufzufahrenden Grubenbaue bis in das Zielgebiet näherungsweise gleich lang. Unter Berücksichtigung der Entfernung zwischen dem Zielgebiet und der ELK 8a/511 beträgt die insgesamt aufzufahrende Streckenlänge rd. 300 m. Bei einem Streckenquerschnitt von 20 m² entspricht dies rd. 6.000 Festkubikmeter Haufwerk. Bei einem spezifischen Gewicht 2,3 t/m³ für Steinsalz und einer Schüttdichte von 1,25 t/m³ ergibt sich ein Auflockerungsfaktor von 1,84. Dies bedeutet, dass rd. 11.000 m³ Haufwerk zu transportieren sind. Das Haufwerk wird unter Tage zwischengelagert, damit es nach Beendigung der Rückholung ggf. als Material zur Verfüllung der ELK 8a/511 genutzt werden kann, falls dies betrieblich realisierbar ist. Um die Transportwege kurz zu halten, wäre eine Zwischenlagerung des Haufwerks in der Nähe der 490-m-Sohle sinnvoll.

Aufgrund der relativ kurzen Wegstrecken, der begrenzten Menge an Haufwerk und den vorliegenden Erfahrungen ist der Haufwerkstransport mittels Fahrladern dem einer Bandanlage vorzuziehen, da zudem auch auf die Installation einer Bandanlage verzichtet werden kann. Der Transport von Haufwerk mittels Fahrladern ist eine auf der Schachtanlage Asse II erprobte Technik und es stehen bereits heute geeignete Fahrzeuge zur Verfügung (siehe Abbildung 42).



Abbildung 42: Beispiel eines Fahrladers mit Wechseleinrichtung der Firma GHH

Bei einer Ausrichtung über den blauen Weg (Abbildung 35) ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass beim Transport über eine Bandanlage diese auch in der Wendelstrecke installiert werden muss, was zu einer Einschränkung des zur Verfügung stehenden Nutzquerschnittes führt. Darüber hinaus müssen in den Kurven der Wendelstrecke Bandübergabestellen eingerichtet werden, die einen zusätzlichen Raum beanspruchen.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 77 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Bei Rückholung über den Schacht Asse 5 sind rd. 300 m mehr Ausrichtungstrecke aufzufahren als bei einer Rückholung über den Schacht Asse 2. Hierbei handelt es sich um den Streckenabschnitt zwischen dem Ende der **Wendelstrecke** im Niveau der 595-m-Sohle und dem Schacht Asse 5. Dieser Streckenabschnitt kann entweder aus dem bestehenden Grubengebäude heraus aufgefahren werden oder vom Schacht Asse 5 in Richtung der **Wendelstrecke**. Die Auffahrung kann wie bereits zuvor beschrieben mittels einer Teilschnittmaschine erfolgen.

Im konventionellen Bergbau ist es unüblich für kurze Strecken von wenigen hundert Metern Teilschnittmaschinen einzusetzen, da ihr Einsatz einen nicht unerheblichen Installationsaufwand erfordert. In späteren Planungsstufen ist zu prüfen, ob nicht ein konventioneller Streckenvortrieb eingerichtet werden kann, zumal der überwiegende Teil des herzustellenden Streckenabschnittes sich außerhalb des bestehenden Grubengebäudes befindet, so dass unvermeidbaren Erschütterungen außerhalb bzw. am Rande des Grubengebäudes entstehen. Hierzu ist zu prüfen, ob unter diesen Bedingungen ein konventioneller Vortrieb genehmigungsfähig ist.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 78 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

5 ÖFFNEN DER ELK 8A/511

Die Auffahrung der Vorrichtungsstrecke zwischen dem Zielgebiet und der ELK 8a/511 endet zunächst wenige Meter vor der Einlagerungskammer. Die zur Auffahrung genutzte Teilschnittmaschine wird nicht mehr benötigt und zurückgezogen. Die Auffahrung der letzten Meter wird als Kammeröffnung bezeichnet. Diese Unterscheidung ist nötig, da die Kammeröffnung unter einem erhöhten Sicherheitsniveau erfolgt, da beim Öffnen der ELK 8a/511 radioaktive Stoffe austreten können. Damit ist die Öffnung der Einlagerungskammer auch sprachlich eindeutig von der Auffahrung der Vorrichtungsstrecke unterschieden.

Der Streckenabschnitt vor der Schleuse in Richtung ELK 8a/511 wird als Kammerzugangsstrecke bezeichnet. Bevor die Schleuse errichtet wird, werden die für die Kammeröffnung notwendigen Betriebsmittel im Kammerzugang platziert. Sollte genügend Platz zur Verfügung stehen, werden darüber hinaus ebenfalls die Betriebsmittel zum Ausbauen und Bergen dort gelagert. Vor Beginn der Arbeiten zum Durchschlag in die Einlagerungskammer wird die Schleuse in Betrieb genommen.

5.1 ÖFFNEN (GRUNDKONZEPT)

Im Grundkonzept kommen ausschließlich flurgebundene Fahrzeuge zum Einsatz. Für den Durchschlag wird ein flurgebundener **Werkzeugträger** mit einer Fräse verwendet, die anschließend auch für Sicherungsarbeiten innerhalb der Einlagerungskammer nutzbar ist. Für das beim Durchschlag anfallende Haufwerk existieren mehrere Möglichkeiten zur Lagerung. Zum einen kann das Haufwerk im Bereich der Kammerzugangsstrecke gelagert werden. Entweder muss dazu die Kammerzugangsstrecke breiter als für die Nutzung erforderlich aufgefahren sein und die Länge der Kammerzugangsstrecke über die Lage zum Zielbereich entsprechend angepasst werden oder das Haufwerk wird in einer abzweigenden Strecke gelagert, die zuvor bei der Vorrichtung dafür aufgefahren wird. Zum anderen kann zunächst ein Durchschlag mit so geringem Querschnitt hergestellt werden, dass der **Werkzeugträger** mit Fräse hindurchpasst damit der Kammerzugang anschließend aus Richtung der Einlagerungskammer vergrößert werden kann, so dass das Haufwerk größtenteils in der Einlagerungskammer verbleibt. Sollte beides nicht möglich sein, wird das Haufwerk verpackt und aus dem Inneren Arbeitsbereich ausgeschleust.

5.2 ÖFFNEN (ALTERNATIVKONZEPT)

Im Alternativkonzept liegt der Kammerzugang in Firstnähe. Für die Bergung der Gebinde wird ein verfahrbares Kragarmkransystem eingesetzt, welches die Gebinde von der Sohle bis zum Kammerzugang hebt. Der Kran ist mittels einer Schnellwechseleinrichtung mit einer Fräse bestückbar, so dass er nicht nur zur Bergung der Gebinde, sondern auch zur Kammeröffnung verwendet werden kann. Der Kragarmkran wird bereits vor der Öffnung der Kammer errichtet und ist nach der Kammeröffnung in die ELK 8a/511 verfahrbar.

Auch beim Alternativkonzept wird die Vorrichtungsstrecke bis auf wenige Meter zur Einlagerungskammer aufgefahren. In die Sohle wird eine ca. 1,5 m breite Vertiefung eingelassen (Abbildung 43).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 79 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

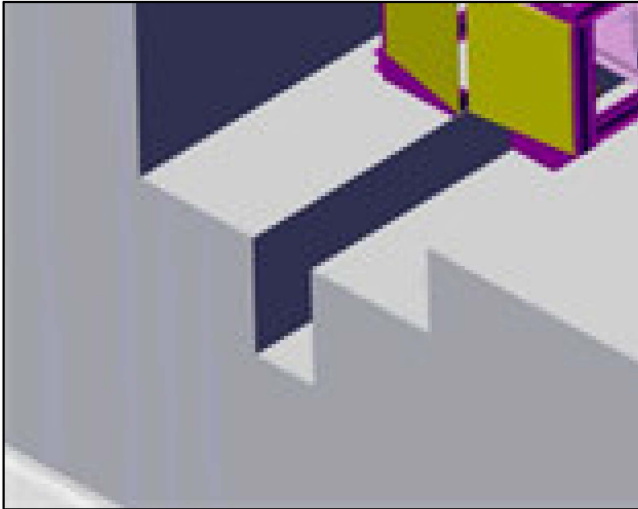


Abbildung 43: Vertiefung in der Sohle der Kammerzugangsstrecke

Die Vertiefung dient als Transportraum der Gebinde unter dem Kran hindurch (vgl. Kapitel 7.1) sowie als Manövierraum für den Teleskoparm. Die Abbildung 44 zeigt den Kran in der Übersicht.

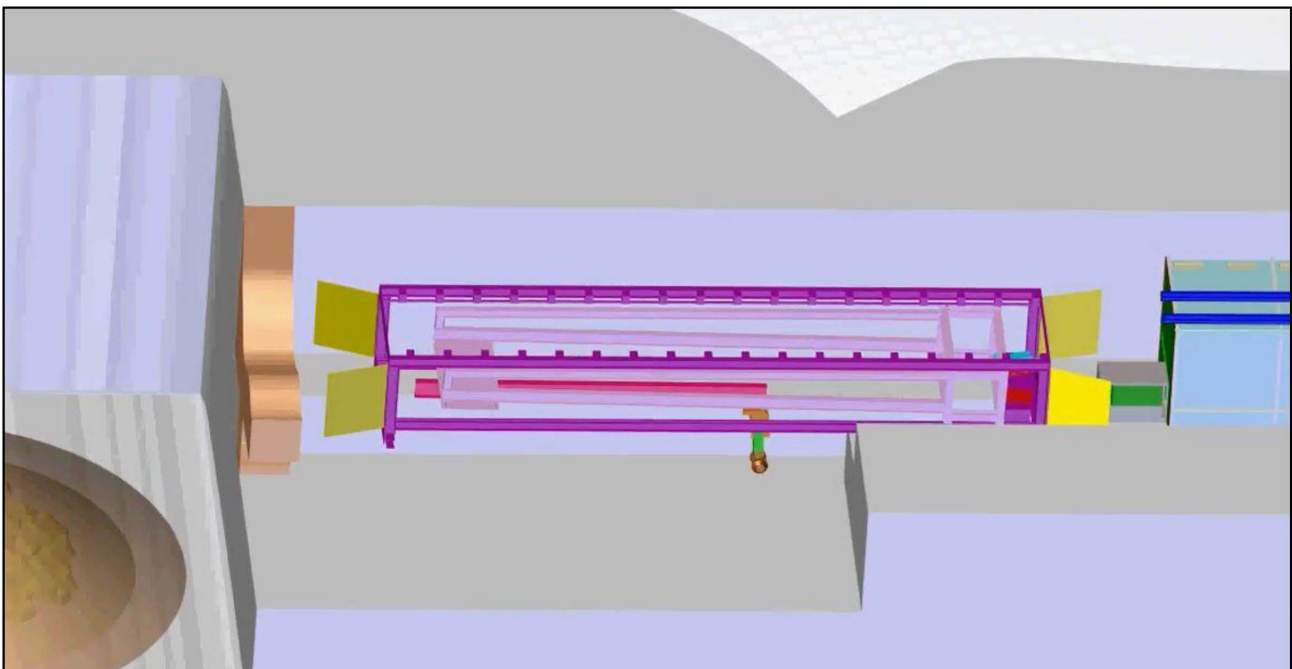


Abbildung 44: Verfahrbarer Kragarmkran

Die ELK 8a/511 befindet sich auf der linken Seite der Abbildung 44. Der Kran besteht aus einem Kranrahmen, der in der bereits im Zuge der Vorrichtung aufgefahrenen Kammerzugangsstrecke aufgebaut wird (dunkelviolet). In dem Kranrahmen befindet sich ein zur Einlagerungskammer hin verfahrbarer Schlitten mit einem Kragarm (hellviolett), an dem ein Ausleger (rot) angebracht ist. Auf dem Ausleger fährt eine Laufkatze (hellbraun) (Abbildung 45) mit einer Werkzeugaufnahme, an die eine Teleskoptraverse (grün) und beispielsweise für die Kammeröffnung eine Fräse (dunkelbraun) angeschlagen wird. Vorhandene Tore (gelb) können geschlossen werden und dienen dem Schutz

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 80 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

der Belegschaft vor Direktstrahlung, wenn z. B. Interventionsarbeiten an den Bauteilen des Krans notwendig sind. Auf der rechten Seite ist die Schleuse (blau) errichtet, die Kammer ist noch ungeöffnet (links, orange). Vor dem Durchschlag wird die Schleuse in Betrieb genommen. Die Fräse wird nach vorn in Richtung Einlagerungskammer verfahren.

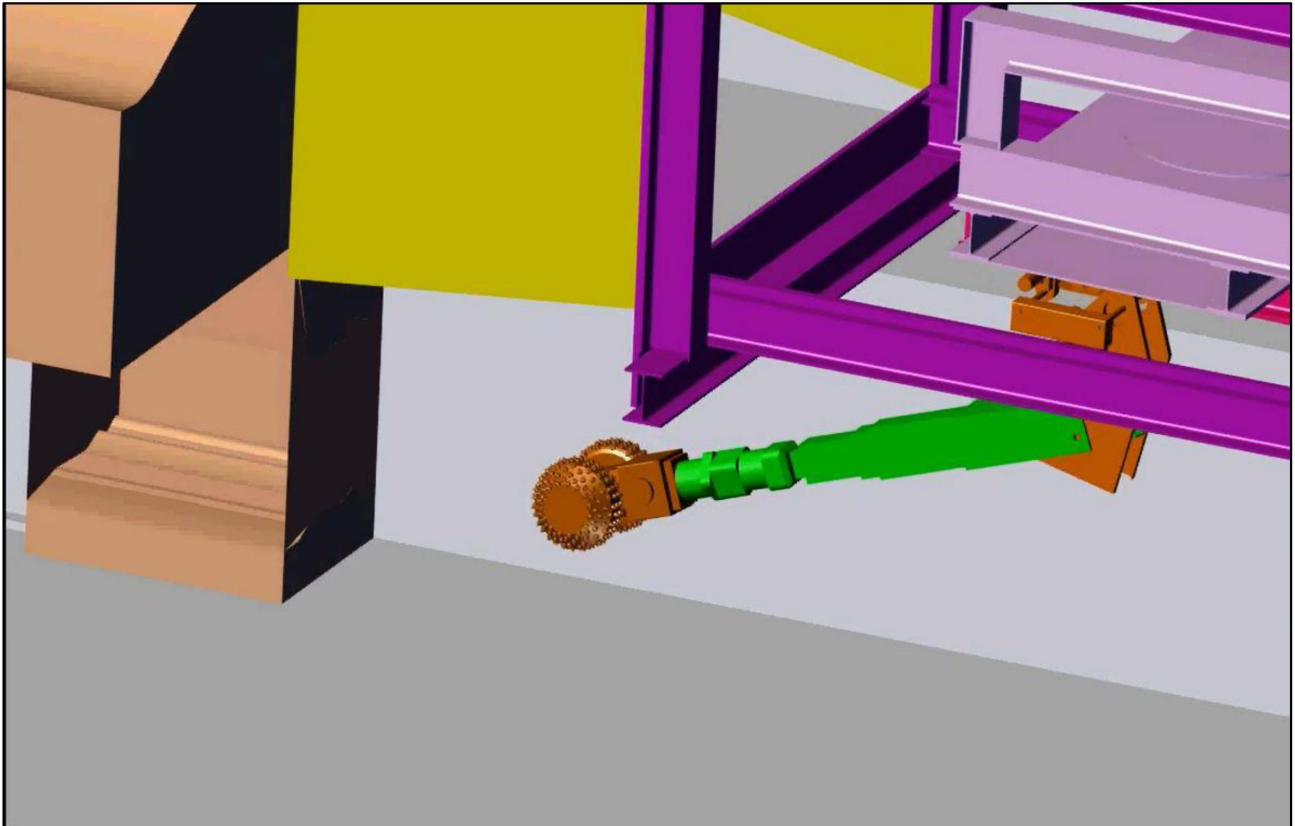


Abbildung 45: Fräse in Position zur Kammeröffnung

Es wird mittels Fräse zunächst ein kleiner Durchschlag erzeugt, durch den das weitere anfallende Haufwerk in die Einlagerungskammer fällt bzw. abgeführt werden kann. Anschließend wird der Kammerzugang auf den gesamten Querschnitt erweitert. Die Laufkatze wird mit Teleskoptraverse und Fräse zurückgezogen und der Schlitten kann mit dem Kragarm in die geöffnete ELK 8a/511 gefahren werden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 81 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

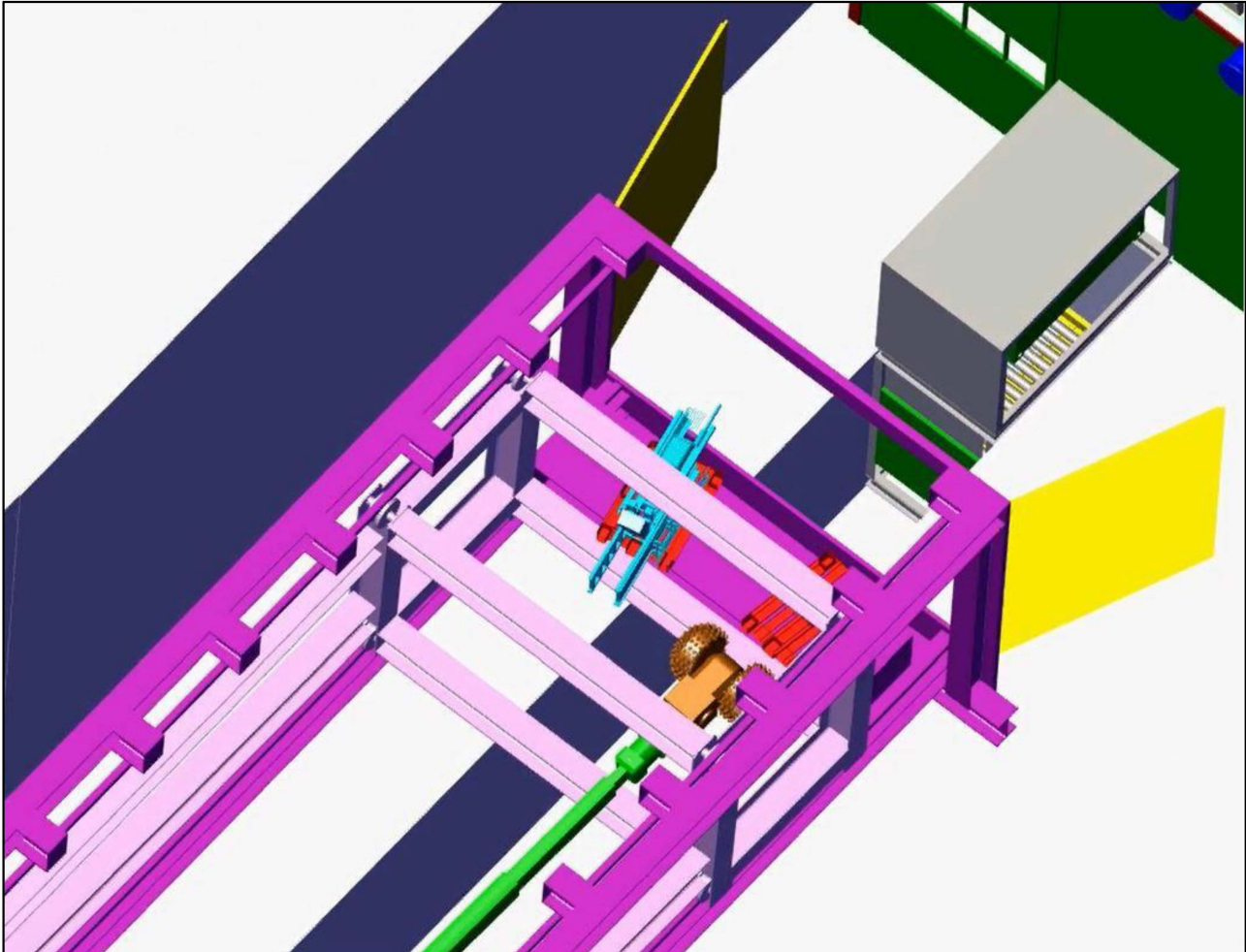


Abbildung 46: Werkzeugwechsel beim verfahrbaren Kragarmkran

Die Fräse wird für Sicherungs- oder Ausbauarbeiten in der Einlagerungskammer weiter genutzt, falls diese erforderlich sind. Sollten andere Werkzeuge für die Ausbauarbeit oder die Bergung erforderlich sein, können diese an der Teleskoptraverse mit Schnellwechselkupplung gegen die Fräse getauscht werden. Die Werkzeuge liegen auf dem Kranrahmen bereit (Abbildung 46, hellblau).

Sollte sich im Zuge der Erkundung herausstellen, dass eine solche Krankonstruktion für die anfallenden Arbeiten nicht erforderlich ist, können weniger aufwändige Betriebsmittel genutzt werden (z. B. Kragarmkran in Abbildung 29). In dem Fall ist es möglich, die Kammer wie beim Grundkonzept mit flurgebundenen Fahrzeugen zu öffnen. Der Kran müsste entweder bei geöffneter Einlagerungskammer oder vor der Kammeröffnung aufgebaut werden und so klein konstruiert sein, dass die Teilschnittmaschine zur Kammeröffnung an dem Kran vorbeipasst oder an den Rand der Einlagerungskammer verfahren werden kann.

Auf die Vertiefung in der Sohle auf ganzer Länge der Zugangsstrecke kann ggf. verzichtet werden, wenn die Konstruktion des Kranrahmens und Schlittens eine Abförderung der Gebinde auf der Sohle der Zugangsstrecke ermöglicht.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 82 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

6 SICHERN UND BERGEN

6.1 GRUNDKONZEPT

Die situationsangepasste Planung berücksichtigt alle zum bisherigen Zeitpunkt als möglich erachteten Situationen für den gebirgsmechanischen Zustand der Firste und Stöße sowie zum Zustand der Gebinde. Dies führt zu einer Vielzahl an Konzepten, die eine Leerung der Einlagerungskammer ermöglichen ohne Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Situationen. Wie bereits bei der situationsangepassten Planung dargelegt, hat der Zustand der Firste und Stöße großen Einfluss auf die erforderlichen Sicherungs- oder Ausbaumaßnahmen und in Folge dessen auf die dafür erforderlichen Betriebsmittel. Gleichermaßen beeinflusst der Zustand des ELK-Inhalts die Bergekonzepte.

Die ELK 8a/511 liegt im oberen Bereich und nördlich des Baufeldes der Asse-Südflanke. Bisher weist die Einlagerungskammer geringere Schädigungsraten als die Pfeilerstauchungsraten im Ostflügel des eigentlichen Baufeldes auf. Allerdings ist für die ELK 8a/511 mit fortschreitender Zeit auch mit weiterhin anhaltenden Konvergenzen zu rechnen, vergleichbar mit den Verhältnissen der noch offenen Abbaukammern im Niveau der 490-m-Sohle. Die Ergebnisse einer Georadarerkundung ausgehend von der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle lassen prinzipiell auf einen wenig geschädigten bzw. noch weitgehend intakten Schwebenkern schließen.

Südlich der ELK 8a/511 befindet sich die verfüllte Abbaukammer 8/511, westlich die ebenfalls bereits verfüllte Abbaukammer 7b/511. Nördlich und östlich der Einlagerungskammer steht unverritztes Gebirge an. Für den westlichen Stoß (Pfeiler zwischen ELK 8a/511 und Abbaukammer 7b/511) und den südlichen Stoß (Pfeiler zwischen ELK 8a/511 und Abbaukammer 8/511) sind möglicherweise höhere Deformationen und damit verbundene Schädigungen zu erwarten. Für den östlichen Stoß und nördlichen Stoß der ELK 8a/511 sind, bedingt durch das Anstehen unverritzten Gebirges, eher geringere Schädigungen wahrscheinlich.

Der Zustand der Gebinde und des ELK-Inhalts nach der Einlagerung lässt sich auf dem Foto der Abbildung 1 erkennen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass einige Gebinde durch Gewichtsbelastung deformiert wurden. Die 511-m-Sohle ist jedoch trocken und Lösungszuflüsse in die ELK 8a/511 sind nicht bekannt. Das lässt den Schluss zu, dass die Gebindehülle somit nur durch innere Korrosion im Laufe der Zeit geschwächt worden sein kann. Die Gebindedeformation durch Gewichtsbelastung und durch Schwächung durch Korrosion kann dazu geführt haben, dass der Gebindekegel nach der Einlagerung in Bewegung geriet. Das wird jedoch keine grundsätzlich andere Ausbreitung des Gebindekegels zur Folge gehabt haben. Sind Gebinde durch Gewichtsbelastung oder Korrosion geöffnet, kann Bitumen ausgetreten sein. Das ist jedoch nur dann in größerem Umfang möglich, wenn der Erweichungspunkt des Bitumens überschritten wurde und das Bitumen fließfähig ist. Diese Temperaturen sind in der ELK 8a/511 jedoch nicht zu erwarten oder das Bitumen hat einen ungewöhnlich niedrigen Erweichungspunkt und ist außerordentlich fließfähig.

Die Größenordnungen der Verformungen sind mit gebirgsmechanischer Kenntnis und auf Grund der genannten Indizien zwar einschätzbar, ohne Erkundung jedoch nur wahrscheinlich und ebenso wenig gesichert wie die Materialeigenschaften des Bitumens. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass das Gebirge und die Gebinde wenig zerstört sind.

Das Grundkonzept basiert auf wahrscheinlichen Situationen für die Schadenssituation von Firste und Stößen sowie den Zustand des ELK-Inhalts. Es ist demnach ein Szenario auf Basis wahrscheinlicher Merkmale für den gebirgsmechanischen Zustand der ELK 8a/511 und den Zustand des ELK-Inhalts.

Dem Grundkonzept liegen folgende Situationen zu Grunde:

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 83 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- Nach bisheriger Einschätzung ist es wahrscheinlich, dass die Firste der ELK 8a/511 auch im Bereich der Schwebe zur Beschickungskammer ohne weitere Sicherungsmaßnahmen standsicher ist (Schadensituation A) oder Abschaltungen und lokale Schäden vorliegen (Schadensituation B), die geringe Sicherungs- oder Ausbaumaßnahmen nach sich ziehen.
- Die geringe Beanspruchung des Gebirges lässt auch eine geringe Schadensituation der Stöße erwarten. Es ist wahrscheinlich, dass die Stöße entweder nach wie vor standsicher sind (Schadensituation A) oder nur geringe, lokale Schäden aufweisen (Schadensituation B). Die stärksten Verformungen der Stöße werden im Bereich der Festen erwartet.
- Auf Grund des Vorhabens, den Firstspalt der bereits versetzten Kammer 8a/532 zu verfüllen, kann nach derzeitigem Ermessen auch die Sohle der ELK 8a/511 als standsicher angesehen werden.
- Die Sohle kann für Sicherungs- und Ausbaurbeiten genutzt werden.
- Der Schüttkegel der Gebinde breitet sich nur so weit aus, dass der zur Verfügung stehende Raum für die Arbeiten innerhalb der Einlagerungskammer dennoch ausreicht.
- Die Gebinde sind überwiegend intakt und müssen nur vereinzelt wegen ausgetretenem Bitumen getrennt werden.

Mit diesen begründeten Annahmen reduziert sich das Flussdiagramm der situationsangepassten Planung auf den orange gekennzeichneten Weg (Anhang 3).

6.1.1 Sichern der Firste (Grundkonzept)

Beim Grundkonzept wird davon ausgegangen, dass leichte Schäden an der Firste möglich sind (Anhang 1: 1, „Firste vollständig beherrscht?“, Antwort: Nein), die ELK-Sohle jedoch standsicher ist (4, Ist ELK-Sohle standsicher? Antwort: ja) und das „Firstgebirge von der ELK-Sohle sicherbar“ ist (5). Für die Sicherungs- oder Ausbaurbeiten an der Firste ist ein „Zugang horizontal und sohlennah“ vorgesehen (7), die mit Flurfahrzeugen durchgeführt werden (Abbildung 47). Flurfahrzeuge können mit einem Rad- oder Kettenfahrwerk ausgestattet sein, mit einem Schreitwerk oder einer Kombination.



Abbildung 47: Beispiele für flurgebundene Werkzeugträger für das Grundkonzept, Ankerbohrgeräte Boltec S (links) und Boltec SL (rechts) (Hersteller: Atlas Copco)

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 84 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Es ist vorgesehen, zunächst den zugangsnahen Bereich der Firste aus dem Schutz des Zugangs zu sichern (Abbildung 48).

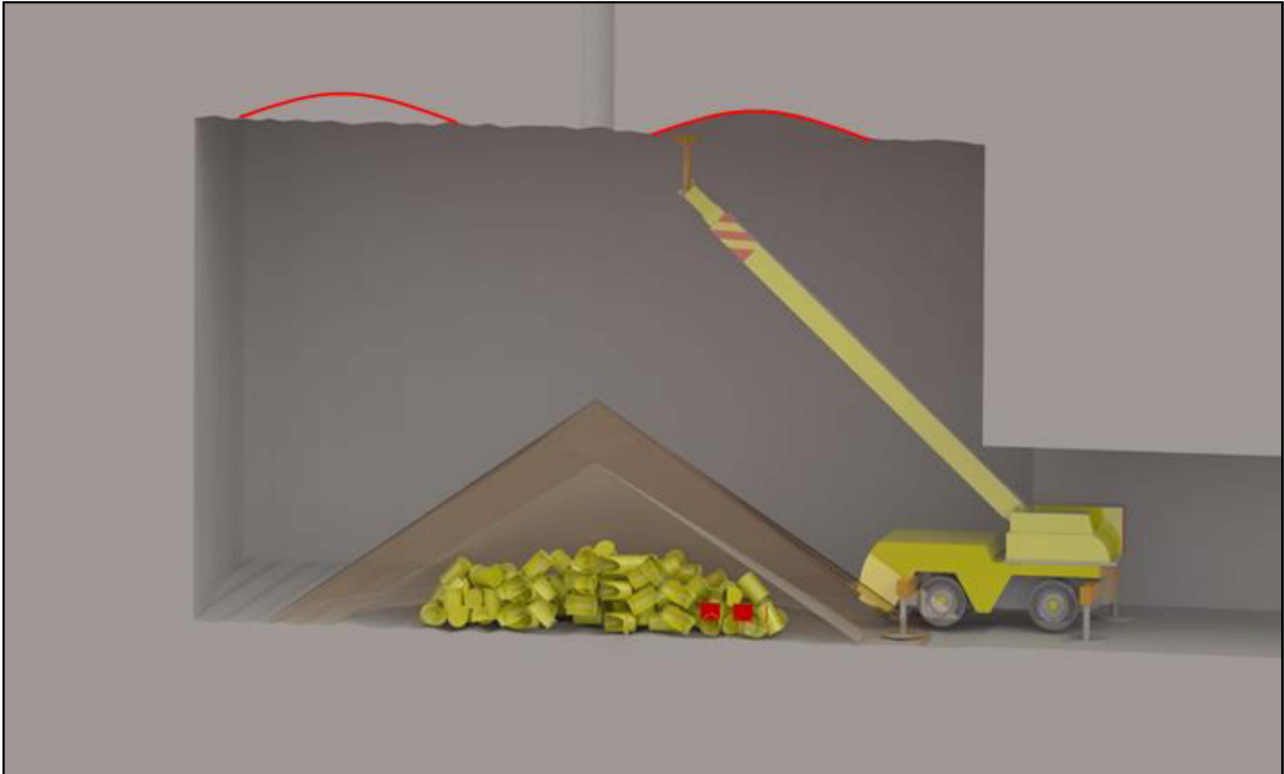


Abbildung 48: Sicherungsarbeiten an der Firste

Sollten weitere Sicherungsmaßnahmen notwendig sein (Abbildung 48, links angedeutet), müssen diese Stellen für die Betriebsmittel erreichbar sein (5; „Firstgebirge von der ELK-Sohle sicherbar?). Mit Fahrzeugen als Werkzeugträgern wird die Firste z. B. nachgeschnitten, wie in Abbildung 48 beispielhaft dargestellt. Da herabfallendes Gestein in geringem Umfang bei den Sicherungsarbeiten nicht ausgeschlossen werden kann, benötigen die Betriebsmittel einen geeigneten Schutz. Das bei den Sicherungsarbeiten entstehende, kleinstückige Gestein kann mit Rutschen abgeleitet werden. Alternativ kann das Gebirge lokal mit Unterstützungsausbau oder mit vergleichsweise kurzen Ankern (Länge z. B. 2,0 m) ausgebaut werden. Die Anker können bei Bedarf auch verlängert und das Gebirge mit Injektionen stabilisiert werden. Ausbrüche können mit Netzen aufgefangen und abgeleitet werden, die nach dem Setzen des Anker- oder dem Stellen des Unterstützungsausbaus als Verzug dienen.

Ist der Bereich gesichert, kann der Standort des Fahrzeugs unter einen bereits gesicherten Bereich verlegt werden, wenn von dort aus die Sicherungs- oder Ausbauarbeiten besser durchgeführt werden können (Abbildung 48). Die Werkzeugträger und Ausleger müssen darum so ausgelegt sein, dass diese Arbeiten in jedem Fall über der Mitte des Gebindekegels möglich sind und so beschaffen sein, dass sie jede Stelle an der Firste von einem geschützten oder gesicherten Bereich aus erreichen können, um die Firste vor Beginn der Bergung zu ertüchtigen. Die Ausleger müssen dazu ggf. sehr lang sein und die erforderlichen Kräfte übertragen. Die Fahrzeuge müssen diese Kräfte ebenfalls aufnehmen können.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 85 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

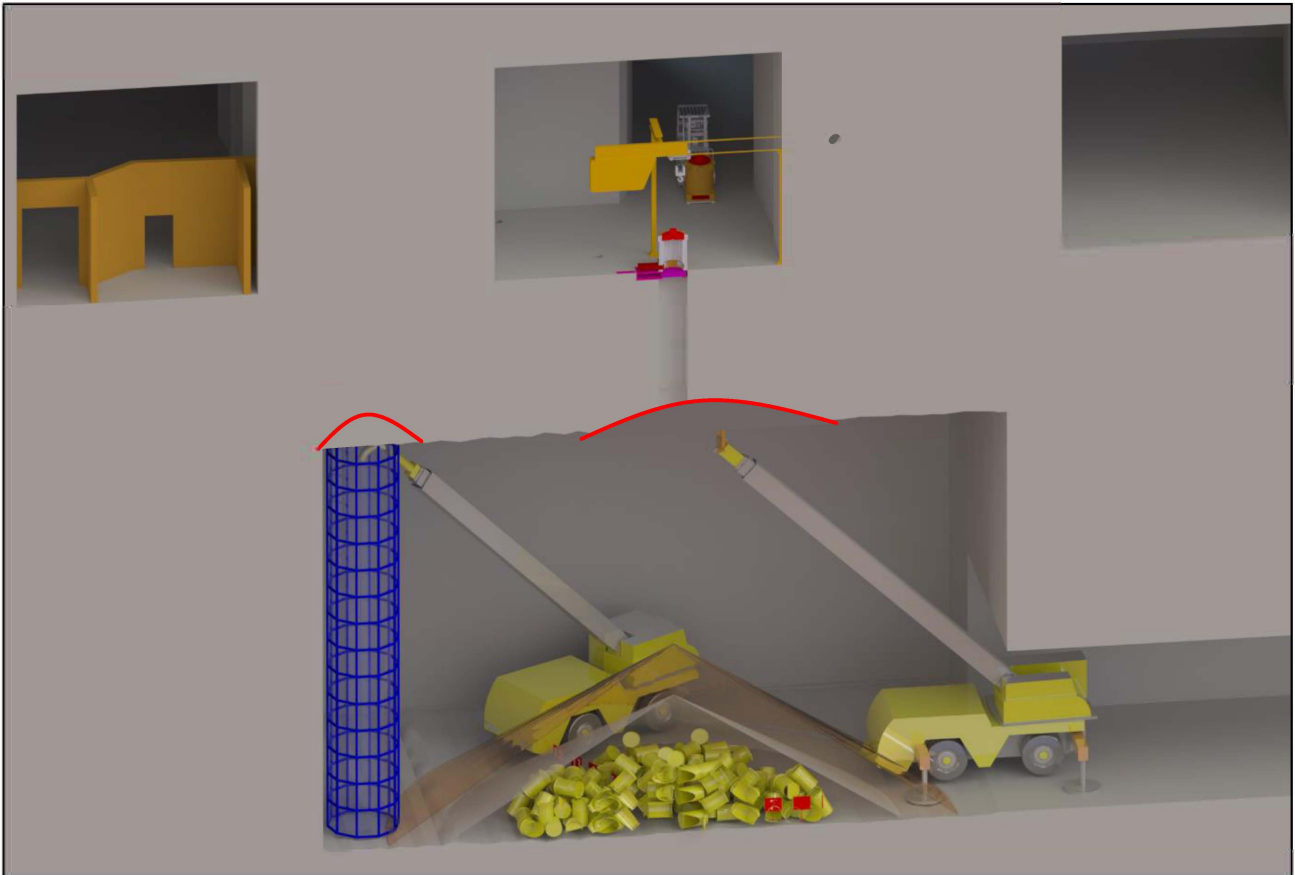


Abbildung 49: Ausbauen mit lokalem Unterstützungsausbau und Sichern der Firste durch Nachschneiden

Unterstützungsausbau erfordert ein ausreichendes Widerlager auf der Sohle (Abbildung 49) und ist bei standsicherer Sohle vorhanden. Im Bereich des Gebindekegels kann der Unterstützungsausbau jedoch erst dann gestellt werden, wenn die Sohle im Bereich des Gebindekegels zuvor frei geräumt ist. In dem Fall wären Räumarbeiten unter einer ungesicherten Firste durchzuführen, was sehr riskant und somit kaum genehmigungsfähig ist, da herunterstürzende Gesteinsbruchstücke die Maschinen unbrauchbar machen können und eine betriebssichere Bergung in Frage stellen.

Werden die Stempel des Unterstützungsaubaus im Bereich der Stöße gestellt, um die Firste vollflächig auch über dem Gebindekegel auszubauen, beträgt die Spannweite der Kappen ca. 20 m. Die Widerstandsmomente der Kappen werden nicht ausreichen, die Kräfte beschädigungsfrei aufzunehmen oder wären so schwer, dass sie auch mit Maschinen schlecht handhabbar werden. Aus diesen Gründen ist Unterstützungsausbau als großflächig eingesetztes Ausbausystem nicht möglich und nur bei lokalen Beschädigungen des Firstgebirges vorgesehen.

Bei stärkeren Schäden des Firstgebirges (Schadenssituation C) können während der Ausbuarbeiten jederzeit und unplanmäßig Ausbrüche auftreten. Unter diesen Bedingungen können die Ausbuarbeiten nicht von innerhalb der Einlagerungskammer durchgeführt werden. In dem Fall oder falls es sich nach den Erkundungsergebnissen als zweckmäßig herausstellt, kann die Firste von außerhalb der Einlagerungskammer (von der 490-m-Sohle) ausgebaut werden. Dies hat den Vorteil, dass die Ausbuarbeiten ohne vorherige Öffnung der Einlagerungskammer durchgeführt werden können.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 86 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

6.1.2 Sichern der Stöße (Grundkonzept)

Beim Grundkonzept wird davon ausgegangen, dass leichte Schäden an den Stößen möglich sind (2, „Stöße vollständig beherrscht?“ Antwort: Nein), die ELK-Sohle jedoch standsicher ist (33, „Ist ELK-Sohle standsicher?“ Antwort: ja) und das Stoßgebirge von der ELK-Sohle sicherbar ist (34). Um die Sicherungs- oder Ausbauarbeiten an den Stößen zu erledigen, ist ein Zugang horizontal und sohlennah vorgesehen (35).

Für die Arbeiten sollen ggf. dieselben Flurfahrzeuge zum Einsatz kommen wie für die Arbeiten an der Firste. Sollten bereits Sicherungsarbeiten an der Firste durchgeführt worden sein, kann davon ausgegangen werden, dass auch das Stoßgebirge von der ELK-Sohle sicherbar ist. Sollte der Fall eintreten, dass die Firste nach wie vor standsicher ist und lediglich die Stöße gesichert werden müssen, muss geprüft werden, ob die Stöße mit Fahrzeugen von der Sohle aus sicherbar sind.

Aus der Firste ausgebrochenes Gebirge verfügt aufgrund der Höhe der ELK 8a/511 über eine hohe kinetische Energie. Die Firste ist erst dann standsicher, wenn der gesamte dafür notwendige Ausbau vollständig eingebracht ist. Abschaltungen aus den Stößen können hingegen lediglich umfallen und haben dabei weder eine große Reichweite noch eine so große kinetische Energie wie Ausbrüche. Von den Abschaltungen aus den Stößen ist daher keine so große Gefährdung der Maschinen zu erwarten, wie bei Ausbrüchen, die aus großer Höhe herabfallend. Mit Gebirgsankern ausgebaute Stöße können bereits als standsicher angesehen werden, ohne dass der Stoß auf gesamter Länge vollständig ausgebaut ist. Darum sind bei der Sicherung der Stöße sehr wahrscheinlich Schadenssituationen beherrschbar, die über die im Grundkonzept angenommenen hinausgehen.

Falls erforderlich, werden die Stöße darum zunächst im Bereich des Zugangs gesichert und die Arbeiten nach und nach weitergeführt. Dies kann auch mit den Arbeiten für die Firste parallelisiert werden. Im Gegensatz zur Firste müssen nicht alle Stöße standsicher sein, bevor die Bergung beginnt. Es ist ausreichend, wenn innerhalb von deren Reichweite keine Gefahr von Abschaltungen ausgeht. Insofern kann mit der Bergung auch dann begonnen werden, wenn noch nicht alle Stöße – insbesondere an wenigen, unzugänglichen Stellen – zuvor gesichert sind und keine Gefahr von den ungesicherten Stößen ausgeht. Eine Entscheidung darüber kann erst nach Erkundung und genauer Inaugenscheinnahme getroffen werden.

Schadensituation B

Abschaltungen oder lokale Schäden werden mit Spritzbeton (Abbildung 50) oder kurzen Ankern (Abbildung 51) ausgebaut oder die Stöße durch Nachschneiden gesichert (Abbildung 52).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 87 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		



Abbildung 50: Ausbauen der Stöße mit Spritzbeton



Abbildung 51: Ausbauen der Stöße mit kurzen Ankern

Es ist vorgesehen, dass dazu die Werkzeugträger die Stöße aus einem gesichertem Bereich heraus nach und nach sichern und immer weiter in die Einlagerungskammer vordringen. Sollten die Fahrzeuge die Stöße nicht erreichen können, eine Sicherung jedoch notwendig sein, müssen die Ausleger so ausgelegt sein, dass die Stöße aus sicherer Position der Werkzeugträger gesichert werden können.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 88 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

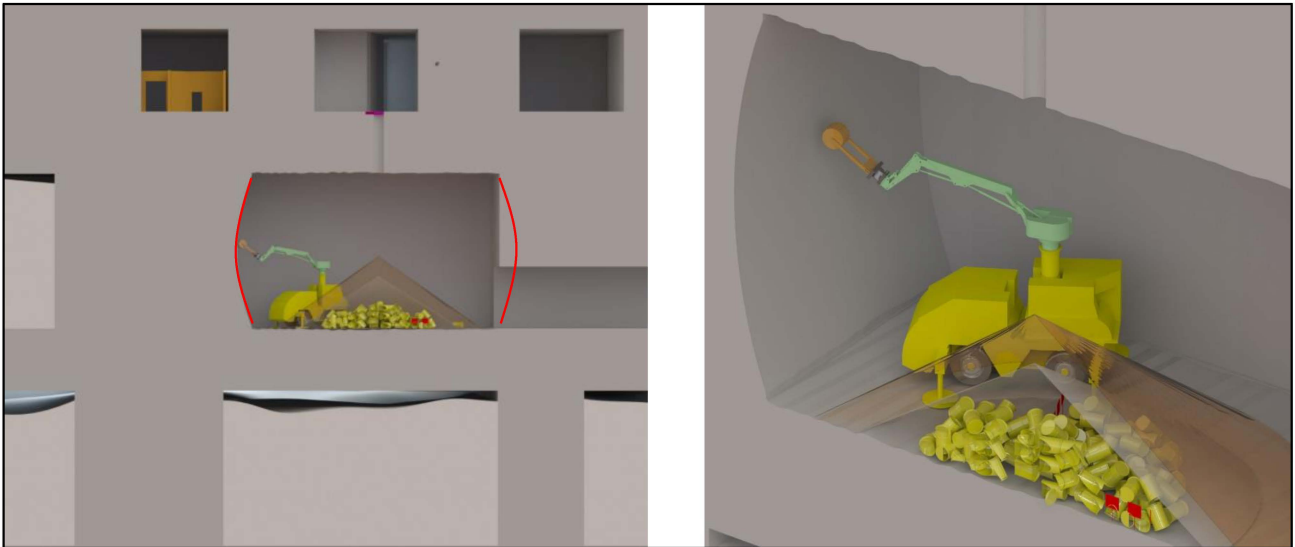


Abbildung 52: Sicherung der Stöße durch Nachschneiden

Schadensituation C und D

Basis des Grundkonzeptes ist die Annahme, dass nur leichte Schäden an den Stößen vorliegen. Von nicht intakten Stößen geht eine geringere Gefahr aus, als von einer nicht intakten Firste. Zudem sind die Ausbauarbeiten für die Stöße leichter umsetzbar als für die Firste. Je stärker das Gebirge jenseits der Stöße geschädigt ist, umso umfangreicher werden die für die Standsicherheit erforderlichen Ausbauarbeiten. Gleichmaßen nimmt die Größe der für die Ausbauarbeiten erforderlichen Betriebsmittel zu. Ob solche Betriebsmittel den Gebindestapel noch umfahren und die Stöße noch erreichen können, hängt u. a. von der Einlagerungssituation ab. Bei allen Ausbau- und Sicherungsmaßnahmen muss schon bei der Verfahrens- und Maschinenauswahl berücksichtigt werden, dass die Maschinen auf den Bedarf unter den vorhandenen Bedingungen in der Einlagerungskammer ausgelegt werden.

Sollte die Einlagerungssituation ein Manövrieren großer Fahrzeuge in der Einlagerungskammer ermöglichen, sind auch umfangreichere Ausbaumaßnahmen wie für die Schadenssituationen C und D durchführbar. Ist das Gebirge stärker beschädigt und jenseits der Stöße nicht intakt, besteht die Möglichkeit, stapelbare und mit einer Bewehrung versehene Verschalungen zu installieren, die anschließend ver- und hinterfüllt werden (Abbildung 53; links).

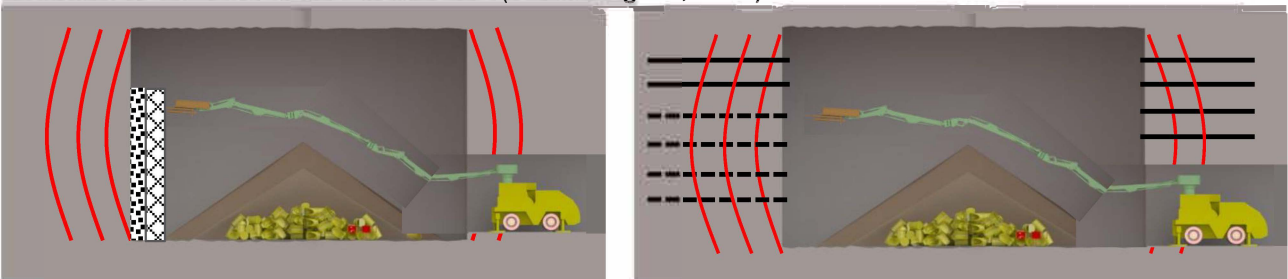


Abbildung 53: Stapelbare Verschalungen und Gebirgsankerung

Zudem ist der Einsatz längerer Gebirgsanker möglich (Abbildung 53; rechts), um das Gebirge zu stabilisieren, die bei Bedarf mit einer Gebirgsinjektion kombiniert werden.

Sollte sich herausstellen, dass die Feste nicht mehr tragfähig ist, kann das Gebirge nicht mehr nachgeschnitten oder mit Spritzbeton gesichert werden. Es sind Langanker erforderlich, die bei Bedarf

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 89 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

mit Gebirgsinjektionen (Abbildung 54) die Feste so tragfähig machen, dass sie während einer Rückholung nicht nachgibt und die Arbeiten zum Bergen der Gebinde sicher ermöglicht.



Abbildung 54: Verfestigen der Feste mit Gebirgsankern und Gebirgsinjektionen, Zustand nach der Injektion, Risse mit Injektionsgut gefüllt (gelb)

6.1.3 Bergen (Grundkonzept)

Das Flussdiagramm zum Bergen ist in Anhang 4 dargestellt. Beim Grundkonzept wird davon ausgegangen, dass die Firste und Stöße vollständig beherrscht sind (3), die ELK-Sohle standsicher ist (42, „Ist ELK-Sohle standsicher?“ Antwort: ja) und eine „Bergung mit Flurfahrzeugen möglich“ ist (44). Zudem wird davon ausgegangen, dass „Ausbauarbeiten in der ELK erforderlich“ waren (57) und eine „Ausrüstung für Ausbautechnik bedarfsabhängig bereits ausgewählt“ wurde (67). Da „ein Sohlzugang erstellt“ wurde (68), kann dieser „alte Zugang und die vorhandenen Geräte“ (69) genutzt werden und über einen „horizontalen Zugang sohlennah“ (58) und mit „flurgebundenen Bergefahrzeuge“ (59) die Bergung begonnen werden.

Es wird nicht davon ausgegangen, dass eine Abförderung vertikal über die ELK-Sohle durchgeführt wird (60; „Abförderung vertikal über die ELK-Sohle gewünscht?“, Antwort: nein). Eine flur-/sohlengleiche Bergung (62) mit Rad-, Schreit- oder Kettenfahrzeugen ist bei vorhandenem Zugang in Sohlennähe das praktikabelste Bergekonzep (Abbildung 55).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 90 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		



Abbildung 55: Flurgebundene Bergung mit einem Kettenfahrzeug

Die Hebe-, Löse- und Greifwerkzeuge werden abhängig vom Gebinde und Einlagerungszustand ausgewählt (73). Es ist ein vergleichsweise kleiner Werkzeugträger auf Rädern oder auf Ketten nötig, der bei Bedarf mit unterschiedlichen Werkzeugen bestückt werden kann. Es wird neben den Bergewerkzeugen auch ein Trennwerkzeug vorgesehen. Sollten zahlreiche Gebinde getrennt werden müssen, kann ein zweiter Werkzeugträger verwendet werden. Die Gebinde werden dann in Innenbehälter eingestellt und zur Schleuse transportiert. Dort werden die Innenbehälter in die Umverpackung überführt.

Sollte sich im Zuge der Erkundung herausstellen, dass die Gebinde überwiegend nicht mehr intakt und transportabel sind, liegt ein uneinheitliches Materialgemenge vor. Dafür kann das Grundkonzept nach wie vor angewendet und lediglich angepasst werden. Als Bergewerkzeuge können die Werkzeugträger entweder mit Greifern oder mit Löffeln bestückt werden (Abbildung 33).



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 91 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

6.2 ALTERNATIVKONZEPT

Das Alternativkonzept ist wie das Grundkonzept ein Bestandteil der situationsangepassten Planung. Wie beim Grundkonzept liegen dem Alternativkonzept wahrscheinliche Situationen für den gebirgsmechanischen Zustand der Einlagerungskammer und den Einlagerungszustand zu Grunde. Das Alternativkonzept geht im Unterschied zum Grundkonzept davon aus, dass die Sohle für die Ausbau- und Sicherungsmaßnahmen sowie für die Bergung nicht genutzt werden kann. Das Alternativkonzept ist ein Szenario wahrscheinlicher Situationen zum gebirgsmechanischen Zustand von Firste und Stößen, bei dem die ELK-Sohle nicht nutzbar ist.

Beim Alternativkonzept werden folgende Situationen angenommen:

- Auf Grund der geringen Beanspruchung des Gebirges sind beim Alternativkonzept – wie beim Grundkonzept – nur geringe Sicherungs- oder Ausbaumaßnahmen (Abschalungen, lokale Schäden; Schadensituation B) erforderlich.
- Die Stöße weisen nur geringe, lokale Schäden auf (Schadensituation B). Die stärksten Verformungen der Stöße werden im Bereich der Festen erwartet, die jedoch als tragfähig angesehen werden.
- Bei diesem Konzept kann die Sohle für Sicherungs- und Ausbauarbeiten sowie für die Bergung nicht genutzt werden.
- Für das Alternativkonzept ist die geplante Verfüllung des Firstspalts der bereits versetzten Kammer 8a/532 darum keine Voraussetzung.
- Das Alternativkonzept ist unabhängig von der Ausbreitung des Schüttkegels.
- Das Alternativkonzept ist hinsichtlich Sichern und Bergen vom Zustand der eingelagerten Gebinde und einer Kontamination der Sohle weitgehend unabhängig.

Mit diesen Einschätzungen beschränkt sich das Flussdiagramm der situationsangepassten Planung auf den violett gekennzeichneten Weg (Anhang 5).

6.2.1 Sichern der Firste (Alternativkonzept)

Beim Alternativkonzept (Anhang 5) wird der nicht wahrscheinliche, aber auch nicht auszuschließende Fall angenommen, dass die ELK-Sohle für Sicherungs- und Ausbauarbeiten nicht nutzbar ist (5; „Firstgebirge von der ELK-Sohle sicherbar?“, Antwort: nein; 6; „Ist ELK-Sohle sicherbar?“, Antwort: nein). Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass das „Gebirge von innerhalb der ELK sicherbar“ (9) ist. Da die Sohle nicht genutzt werden kann, ist ein „Zugang firstnah“ (10) erforderlich, über den die „Firste gesichert“ (11) werden kann.

Das Alternativkonzept ermöglicht eine Bergung einschließlich Sicherungs- und Ausbauarbeiten, wenn die Sohle dazu nicht genutzt werden kann. Als Betriebsmittel für die Sicherungs- und Ausbauarbeiten sowie die Bergung der Gebinde ist ein verfahrbarer Kragarmkran (Abbildung 56), vorgesehen, der bereits für die Kammeröffnung genutzt wurde (siehe Kapitel 5.2).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 92 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

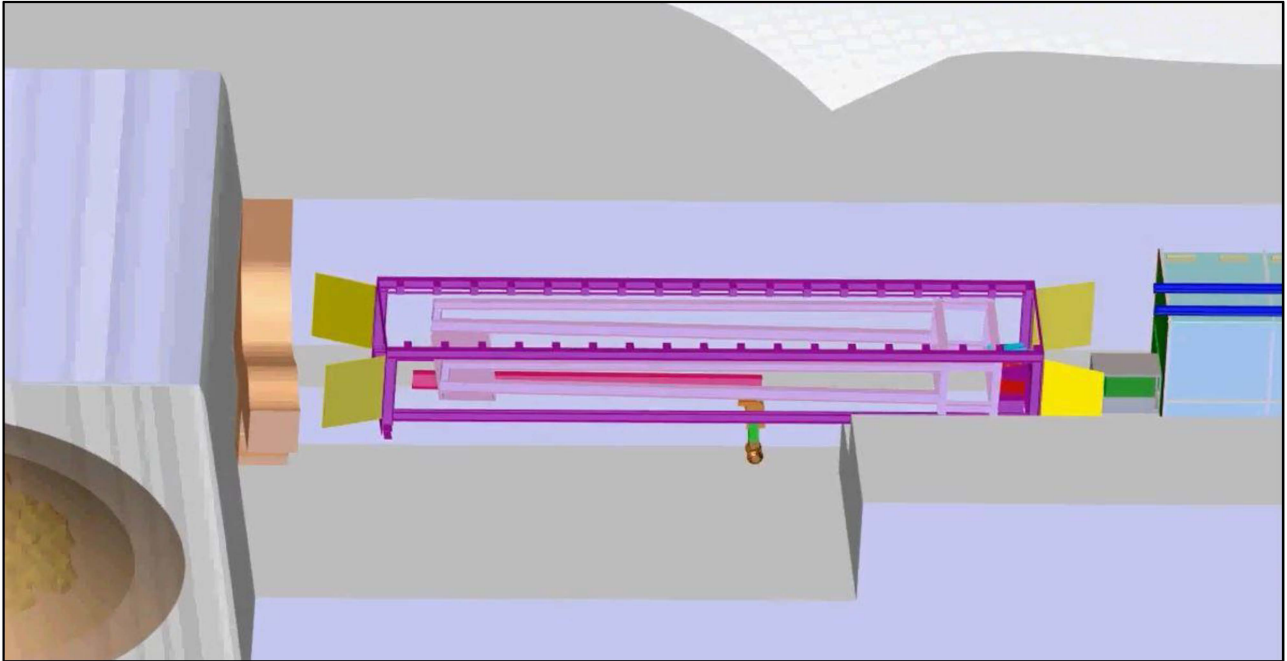


Abbildung 56: Verfahrbarer Kragarmkran

Mit dieser Konstruktion ist jede Stelle der ELK-Mantelfläche (Firste, Stöße, Sohle) erreichbar. In der Abbildung 57 ist der verfahrbare Kragarmkran mit ausgefahrenem Schlitten und Ausleger in der Einlagerungskammer dargestellt.

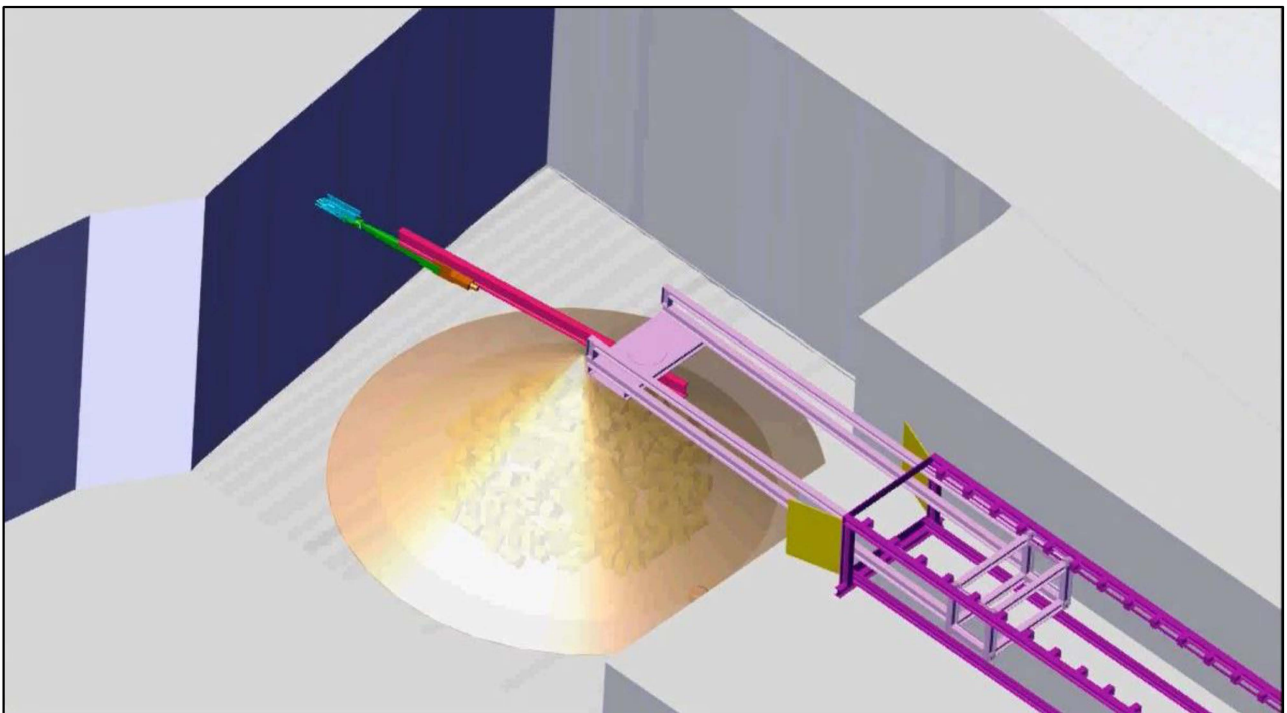


Abbildung 57: Verfahrbarer Kragarmkran ausgefahren in die Einlagerungskammer



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 93 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

An die Teleskoptraverse angeschlagen, sind Fräse sowie Ankerbohr- und -setzgeräte montierbar.

Geringe, lokale Schäden bedürfen eines geringen Sicherungsaufwandes. Das Gebirge kann nachgeschnitten (Abbildung 58) oder mit geeignet langen Gebirgsankern in ausreichender Ankerdichte stabilisiert werden (Abbildung 59). Sofern die Stabilität der ELK-Sohle es ermöglicht, kann auch Unterstützungsausbau eingesetzt werden (Abbildung 60).

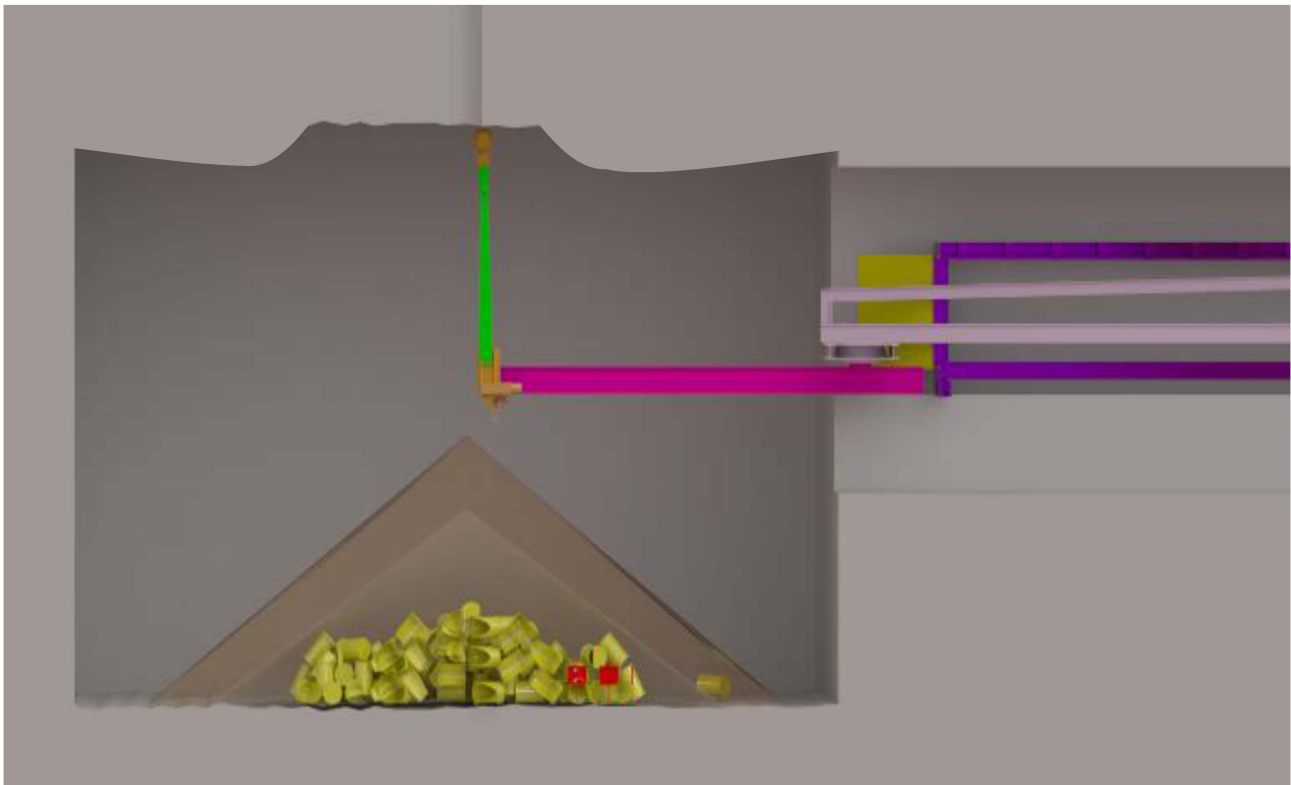


Abbildung 58: Nachschneiden der Firste, verdeutlicht mit einem Kragarmkran

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 94 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

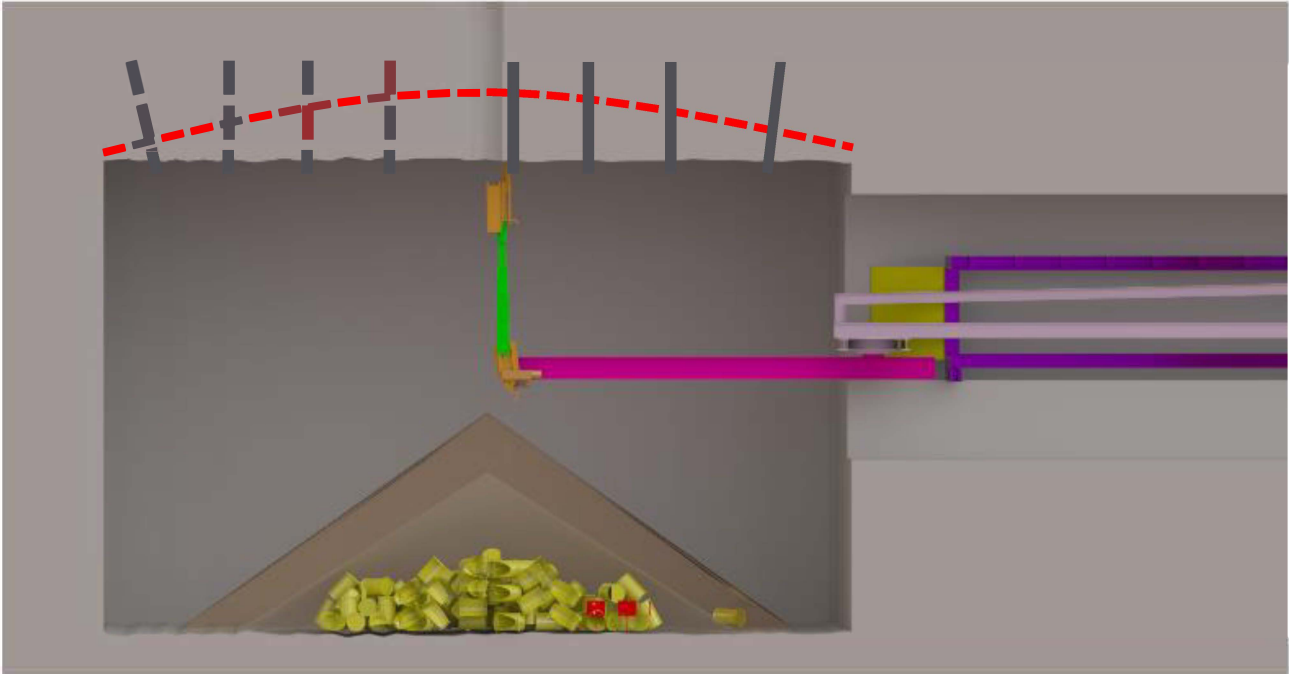


Abbildung 59: Einbringen von Gebirgsankern, verdeutlicht mit einem Kragarmkran

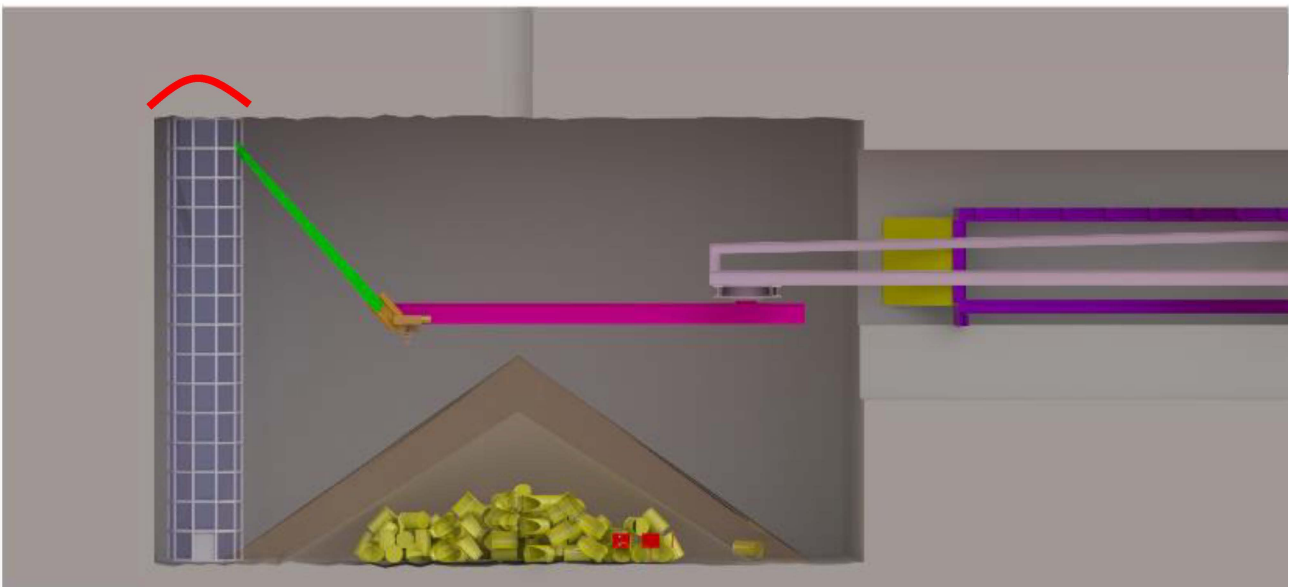


Abbildung 60: Einbringen von Unterstützungsausbau, verdeutlicht mit einem Kragarmkran

Die Beanspruchung eines Betriebsmittels für die Ausbau- und Sicherungsarbeit ist bei der Schadensituation B vergleichsweise gering, weil Schäden nur lokal und vereinzelt auftreten. Je nach Art der Sicherungsmaßnahme wird der Teleskoparm mit unterschiedlichen Werkzeugen bestückt.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 95 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Um das Gebirge nachzuschneiden, wird der Kran mit einer Schneidvorrichtung ausgerüstet. Beim Nachschneiden der Firste darf das hereingewonnen Material die Gebinde nicht unzulässig beschädigen und muss ggf. abgeführt werden. Dazu kann der Kran mit einer geeigneten Einrichtung (z. B. einer Rutsche) versehen werden.

Mit Hilfe einer Ankerbohr- und -setzeinrichtung kann das Gebirge stabilisiert werden. Im Zuge dieser Arbeiten können Ausbrüche fallen, die die Gebinde beschädigen. Die Gebinde können bei Bedarf mit Stahlplatten abgedeckt werden.

Die Sicherung der Firste kann auch durch Unterstützungsausbau erfolgen. Dies ist im Alternativkonzept auch dann möglich, wenn die Sohle nicht überall befahrbar ist. Unterstützungsausbau kann nur eingesetzt werden, wenn die Sohle im Bereich der gesetzten Ausbauelemente in der Lage ist, die Ausbaukräfte aufzunehmen. Als Unterstützungsausbau kommen zahlreiche Systeme in Betracht. Fertigteile haben ein hohes Gewicht. In Anbetracht einer Verringerung der Stückgewichte und damit besserer Handhabung haben sich im Gewinnungsbergbau Halbfertigteile etabliert (Abbildung 49). Die Systeme werden zunächst halbfertig aufgebaut und anschließend mit Beton verfüllt. Der Kran muss mit einer Transportvorrichtung für die Halbfertigteile aus Stahlgeflecht und Gewebematerial und einer Leitung zum Transport des vorbereiteten und fließfähigen Baustoffs verfügen.

Sollte sich im Zuge der weiteren Erkundungen herausstellen, dass ein verfahrbarer Kragarmkran für die Arbeiten unangemessen aufwändig ist (z. B. weil keine Sicherungs- oder Ausbauarbeiten erforderlich sind), kann ein einfacheres Kransystem verwendet werden (Abbildung 29).

Bei stärkeren Schäden des Firstgebirges (Schadenssituation C) können auch beim Alternativkonzept während der Ausbauarbeiten jederzeit und unplanmäßig Ausbrüche auftreten. Unter diesen Bedingungen können die Ausbauarbeiten nicht von innerhalb der Einlagerungskammer durchgeführt werden. In dem Fall oder falls es sich nach den Erkundungsergebnissen als zweckmäßig herausstellt, kann die Firste von außerhalb der Einlagerungskammer (von der 490-m-Sohle) ausgebaut werden (Abbildung 6 und Abbildung 7). Dies hat den Vorteil, dass die Einlagerungskammer für die Ausbauarbeiten zuvor nicht geöffnet werden muss.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 96 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

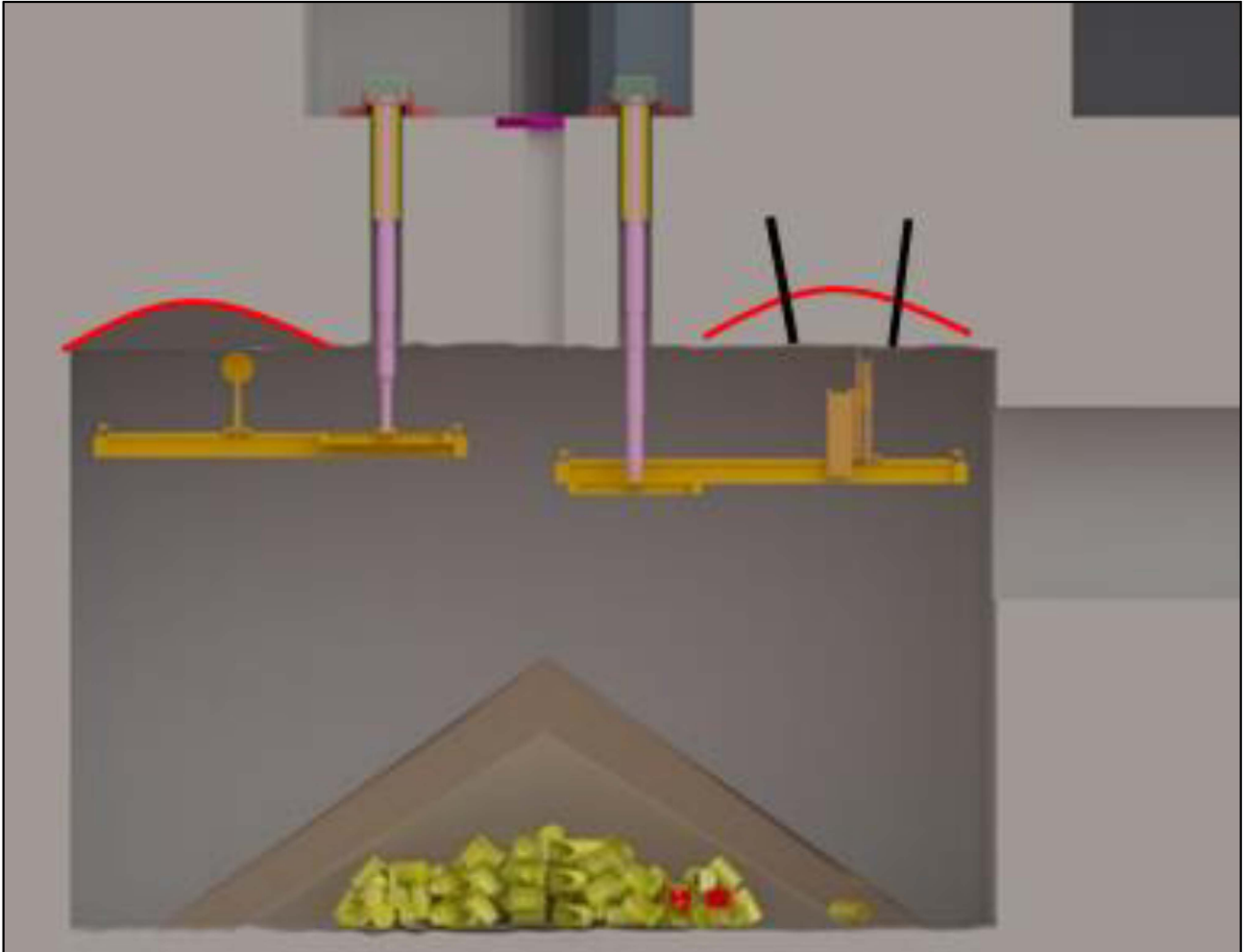


Abbildung 61: Teleskoptraverse für die Ausbaurbeit

Die Sicherungs- und Ausbaurbeiten können auch mit in der Kerntechnik und im Rückbau bereits erprobten sogenannten Teleskoptraversen (Abbildung 61) durchgeführt werden.

Für die weitere Ausgestaltung des Alternativkonzeptes wird von dem verfahrbaren Kragarmkranssystem ausgegangen.

6.2.2 Sichern der Stöße (Alternativkonzept)

Beim Alternativkonzept wird davon ausgegangen, dass die ELK-Sohle für Sicherungs- und Ausbaurbeiten nicht nutzbar ist (34; „Stoßgebirge von der ELK-Sohle sicherbar?“, Antwort: nein; 37; „Ist ELK-Sohle sicherbar?“, Antwort: nein) und das „Gebirge (der Stöße) von innerhalb der ELK stabilisierbar“ (38) ist. Da die ELK-Sohle nicht genutzt werden kann, ist ein „Zugang firstnah“ (39) erforderlich, über den die „abböschenden Stöße gesichert“ (40) werden.

Die Wahl des Werkzeugs zur Sicherung der Stöße sollte mit der Wahl des Werkzeugträgers für die Firste abgestimmt werden.

Abschalungen und lokale Schäden (Schadensituation B) werden ggf. mit Spritzbeton oder anderen Baustoffen gesichert (Abbildung 62; links).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 97 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		



Abbildung 62: Spritzbeton (roter Balken)

Sollte die ELK-Sohle es ermöglichen, kann auch Unterstüzungsausbau die Abschaltungen sichern (Abbildung 63).

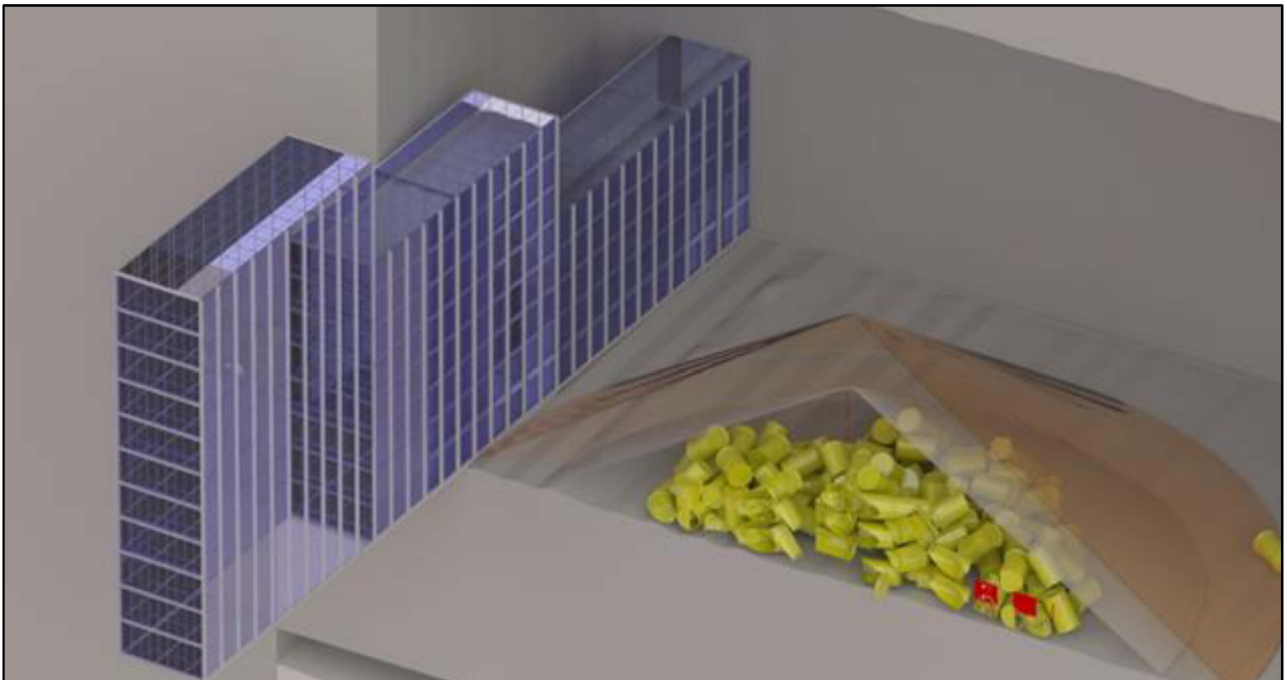


Abbildung 63: Halbfertigteile als Ausbaumaßnahme

Geeignet sind quaderförmige Halbfertigteile mit Bewehrung, die nach dem Aufstellen mit Baustoff gefüllt werden. Derartige Bauteile werden im Bauwesen verwendet und können anwendungsgerecht

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 98 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

angepasst werden. Dieser Ausbau bietet einen vollflächigen Schutz, hat jedoch Anwendungsgrenzen mit zunehmender Schadensituation der Stöße. Da eine starke Stoßwanderung den Ausbau umkippen kann, kann die Anwendungsgrenze mit einer vereinzelt Ankerung gegen Umkippen wieder verschoben werden.

Der mobile Kragarmkran ist so robust, dass neben dem Setzen weniger kurzer Anker oder Schneidarbeiten des Gebirges auch umfangreichere Ausbauarbeiten an den Stößen durchgeführt werden können, die über die im Alternativkonzept erwartete Schadensituation hinausgehen. Es können alternativ Langanker eingebracht werden, die das Gebirge stabilisieren (Abbildung 64) und ggf. kann eine Langankerung mit einer Gebirgsinjektion (Abbildung 65) kombiniert werden. Sollten die Feste nicht mehr tragfähig sein, können weit in die Feste ragende Gebirgsanker verwendet werden, die die Feste ggf. vollständig durchstoßen.

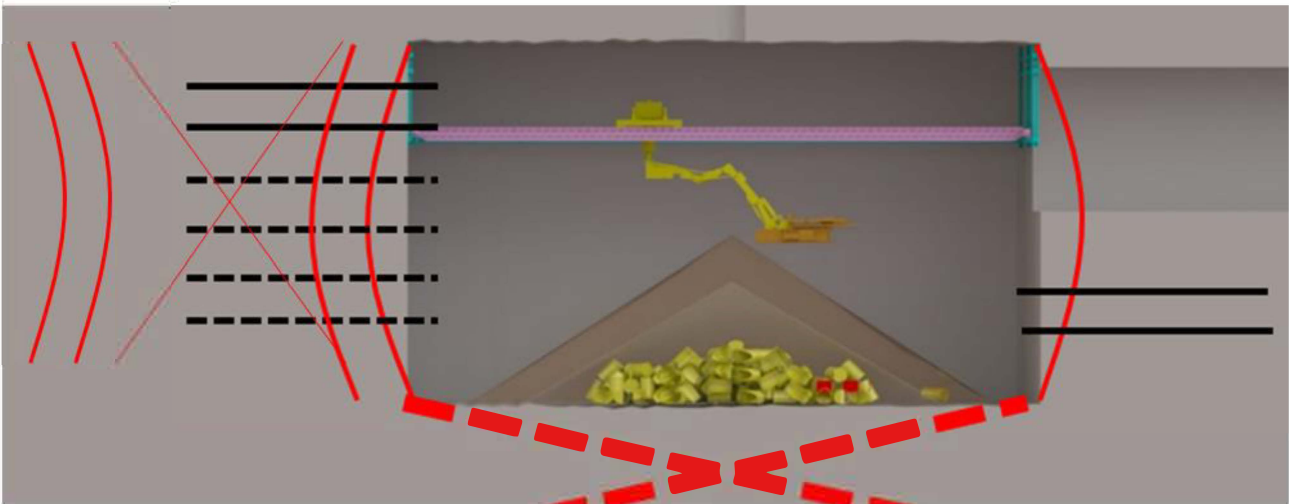


Abbildung 64: Ankerung mit langen Ankern

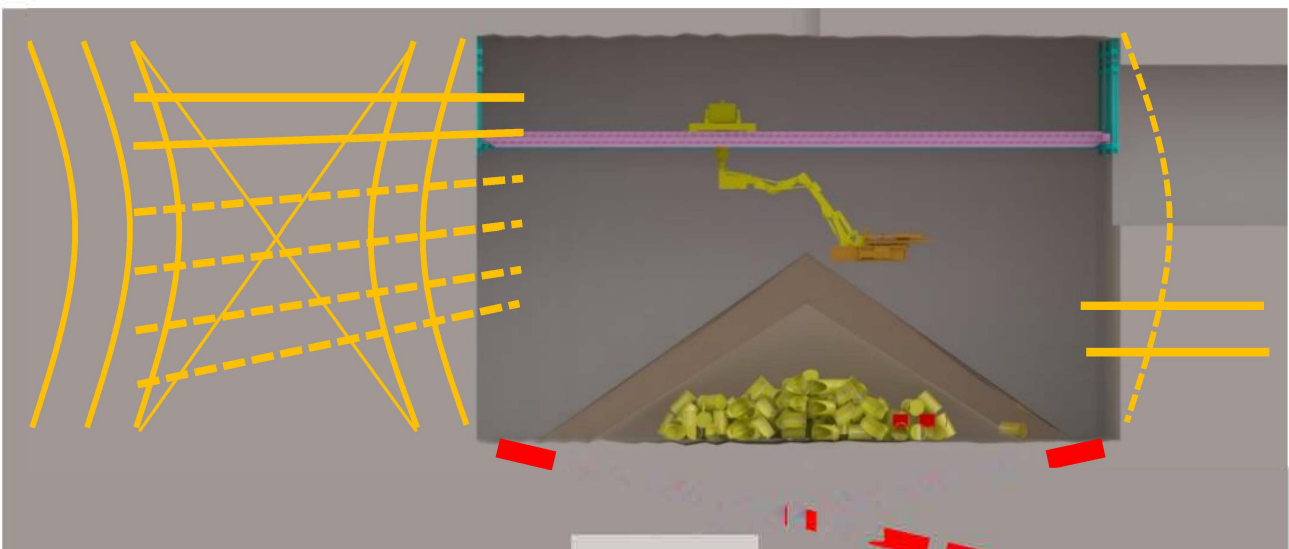


Abbildung 65: Ankerung mit langen Ankern kombiniert mit Gebirgsinjektionen (gelb, Zustand nach der Injektion)



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 99 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Sollte sich im Zuge der Erkundung herausstellen, dass die Stöße Schäden nur in geringem Umfang aufweisen, können auch mobile Werkzeugträger verwendet werden, sofern die Ausbauarbeiten der Firste keinen verfahrbaren Kragarmkran erfordern.

6.2.3 Bergen (Alternativkonzept)

Das Flussdiagramm zum Bergen beim Alternativkonzept ist in Anhang 6 dargestellt. Da die Sohle konzeptabhängig für die Sicherungsarbeiten an Firste und Stöße nicht verwendet werden kann, steht sie auch für die Bergung nicht zur Verfügung (43, „Ist ELK-Sohle sicherbar?“, Antwort: nein; 44, „Bergung mit Flurfahrzeugen möglich“, Antwort: nein). Demzufolge sind „keine flurgebundenen Geräte möglich“ und ein „Zugang oberhalb der Gebinde“ (45) nötig.

Im Alternativkonzept ist keine Bergung über die Beschickungskammer vorgesehen (46, „Bergung vertikal über Beschickungskammer gewünscht?“, Antwort: nein). Bei den für das Alternativkonzept zu Grunde gelegten Situationen wurde festgelegt, dass die Sohle für Sicherungs- und Ausbauarbeiten nicht nutzbar ist. Darum wird ebenfalls davon ausgegangen, dass die Sohle für die Bergung nicht genutzt werden kann (52; „Ist ELK-Sohle am Stoß standsicher und Standfläche herstellbar“; Antwort: nein). Der Zugang „horizontal firstnah“ (55), der bereits für die Sicherungs- und Ausbauarbeiten hergestellt wurde, wird weiter genutzt.

Sind die Gebinde z. B. verklebt, so dass sie getrennt werden müssen und sind die Gebinde einzeln bergbar, kann ein Seil als Bergwerkzeug verwendet werden, an dem ein Hebwerkzeug angeschlagen wird, das die Gebinde aufnimmt und in einem Innenbehälter abstellt. Ist der Innenbehälter beladen, wird dieser zum Zugang transportiert und an die Schleuse übergeben.

Sind bei der Bergung Querkräfte zu erwarten (z. B. weil Gebinde voneinander getrennt werden müssen), muss statt eines Seils ein Manipulator an die Laufkatze des Krans angeschlagen werden.

Sind die Gebinde von Gestein bedeckt oder zahlreiche Gebinde zerstört, liegt ein uneinheitliches Materialgemenge vor, das mit einem Greifer geborgen werden kann. Der Greifer kann das Materialgemenge in den Innenbehälter laden, der anschließend angehoben und an die Schleuse übergeben wird.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 100 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

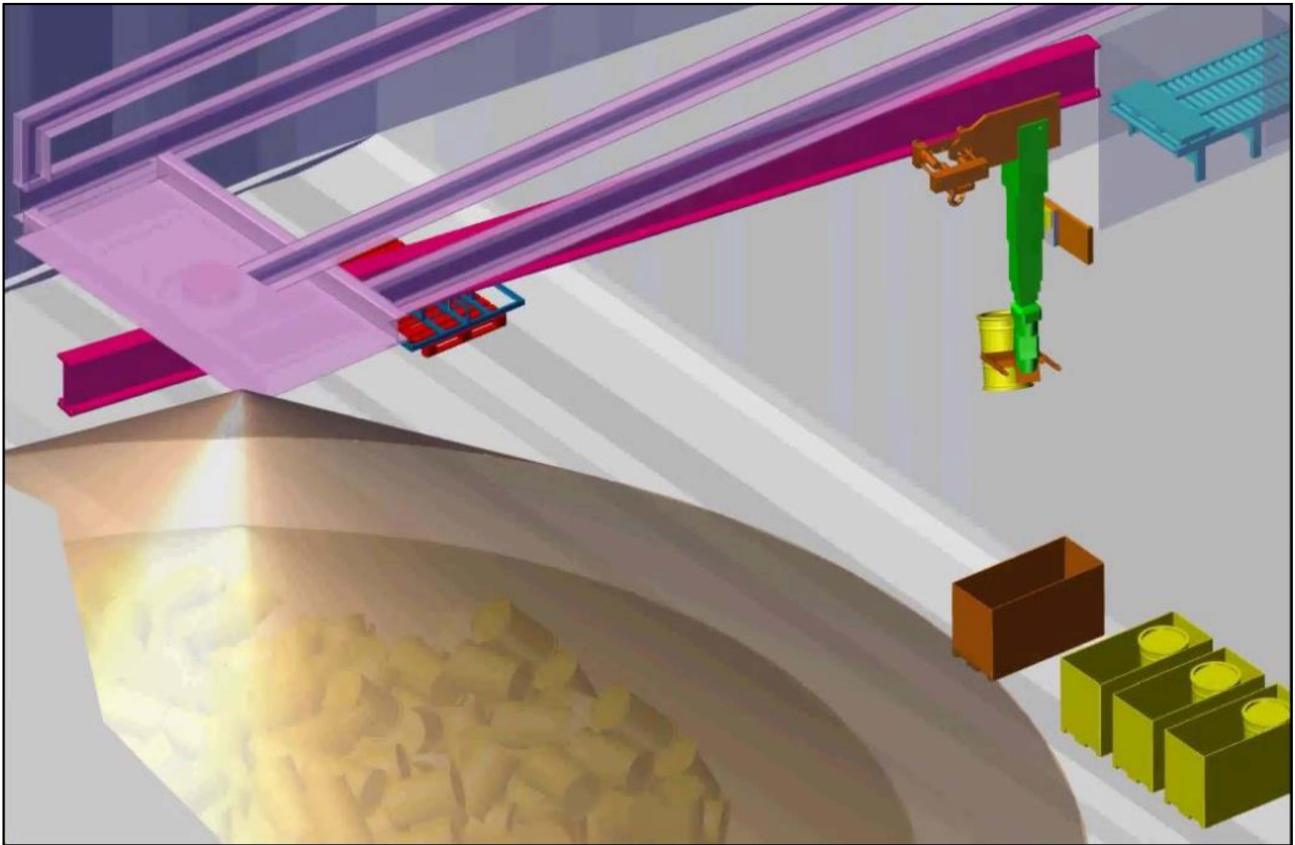


Abbildung 66: Verfahrbarer Kragarmkran

Zum Bergen der Gebinde wird wiederum der Kragarmkran (Abbildung 66) eingesetzt. Er hebt das Gebinde an die Messstelle, die die Dosisleistung des Gebindes ermittelt, und stellt das Gebinde in die für diese Dosisleistung vorgesehenen Innenbehälter (Abbildung 67, gelb).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 101 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		



Abbildung 67: Befüllen der Innenbehälter

Es stehen mehrere Innenbehälter bereit, um die Gebinde abhängig von der Dosisleistung optimal zu sortieren. Ist der Innenbehälter mit der vorgesehenen Gebindeanzahl gefüllt, kann er mittels der Seilwinde aus der Einlagerungskammer gefördert werden (Abbildung 68).

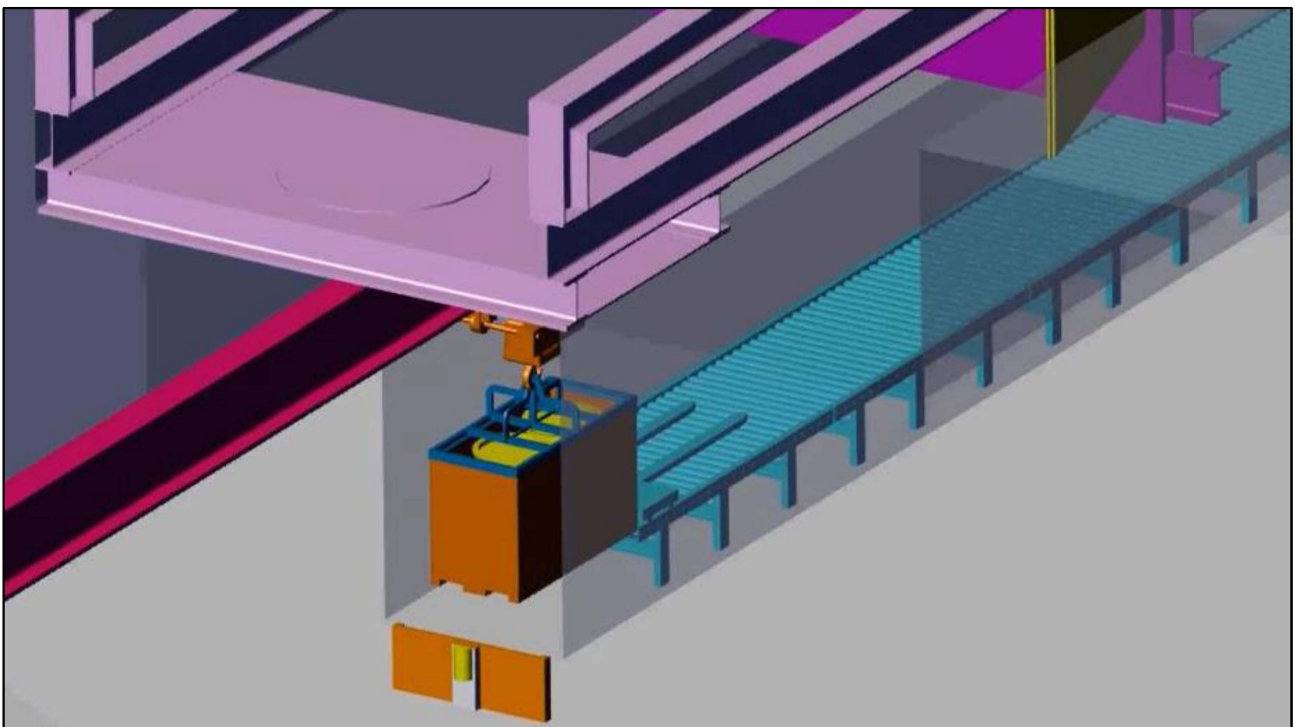


Abbildung 68: Abfordern der gehobenen Innenbehälter auf einer Rollenbahn



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 102 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Dazu wird ein Hebegestell (Abbildung 68, dunkelblau), das zuvor in der Einlagerungskammer abgelegt wurde, mit dem Innenbehälter verbunden und die Seilwinde hebt den Innenbehälter bis zum Niveau des Zugangs an. Dieser wird auf eine Rollenbahn (blau) gestellt, die sich in der Vertiefung in der Sohle der Zugangsstrecke (vgl. Abbildung 43) befindet. Das Hebegestell wird abgeschlagen und der Innenbehälter auf der Rollenbahn bis zur Inneren Schleuse gefördert. Der Innenbehälter wird mittels Hubeinrichtung auf das Niveau der Inneren Schleuse gehoben und in die Doppeldeckelschleuse übergeben. Anschließend wird ein leerer Innenbehälter eingeschleust und in umgekehrter Richtung auf der Rollenbahn zum Rand der ELK 8a/511 transportiert. Der Innenbehälter wird mit dem Hebegestell verbunden, mit der Seilwinde auf der ELK-Sohle abgestellt und steht für die Befüllung mit weiteren Gebinden bereit.

Sollten Sicherungs- und Ausbaurbeiten nur in geringem Umfang erforderlich gewesen sein, kann für die Bergung ein weniger aufwändiger Kran ausgewählt werden (Abbildung 29).



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 103 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

7 SCHLEUSEN UND UMPACKUNG DER GEBINDE

Anhand der Ergebnisse der Untersuchungen an den Filtern der Abwetteranlage der ELK 8a/511 in der ehemaligen Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle konnten Kontaminationen (vor allem durch Cs-137) in der ELK 8a/511 nachgewiesen werden (Asse-GmbH, 2017c). Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass es im Zuge der Bergung der Abfälle zur Freisetzung von Kontaminationen in die ELK 8a/511 kommen kann, wenn beispielsweise beschädigte Gebinde gehandhabt werden oder Gebinde während der Handhabungsvorgänge beschädigt werden. Somit ist für Tätigkeiten in der ELK 8a/511 zu unterstellen, dass im gesamten Tätigkeitsbereich innerhalb der Einlagerungskammer Kontaminationen auftreten können.

Zur Vermeidung der Verschleppung von Kontaminationen aus der Einlagerungskammer in das restliche Grubengebäude wird die ELK 8a/511 über ein entsprechendes Schleusensystem vom sonstigen Grubenraum räumlich und Lüftungstechnisch abgetrennt. Die geborgenen Abfälle, bei denen es sich um intakte, deformierte und auch beschädigte Gebinde sowie loses Material (Haufwerk, Gebindebruchstücke, aus den Gebinden ausgetretene Abfälle) handeln kann, werden so in geeignete Umverpackungen eingestellt, dass die Abfälle sowie an diesen anhaftende Kontaminationen aus der Umverpackung nicht in die Umgebung gelangen können.

7.1 SCHLEUSEN

7.1.1 Grundsätzliche Anforderungen an die Schleusen

An die Schleusen werden verschiedene Anforderungen gestellt. So müssen sie geeignet sein, die Verschleppung von Kontaminationen aus der Einlagerungskammer in die anderen Bereiche des Grubengebäudes zu verhindern. Weiterhin sollen sie verschiedene Strahlenschutzbereiche voneinander abgrenzen. Dabei müssen sowohl Sperrbereiche von Kontrollbereichen als auch diese von Überwachungsbereichen abgegrenzt werden. Hierzu ist es erforderlich, neben der räumlichen Abtrennung auch eine Lüftungstechnische Trennung verschiedener Raumbereiche zu ermöglichen. Die Schleuse dient dazu, Raumbereiche mit unterschiedlichen Niveaus der Dosisleistung voneinander abzugrenzen. Die Abgrenzungen sind so beschaffen, dass die Auswirkungen von Ereignissen auf möglichst geringe räumliche Bereiche begrenzt bleiben. Durch die technische Auslegung der Schleusen (z. B. Dichtheit, Stabilität) soll vermieden werden, dass bspw. durch einen Störfall freigesetzte radioaktive Stoffe zu großräumigen Kontaminationen führen.

Neben der Trennung von Raumbereichen zur Vermeidung von Kontaminationsübertritten erfüllen die Schleusen auch die Funktion der Zutrittssicherung. Die verschiedenen räumlichen Bereiche, in denen die Rückholung stattfindet, sind aus Gründen des Arbeitsschutzes nur befugten Personengruppen zugänglich. Zudem erfordert z. B. die Einrichtung eines Sperrbereiches in der Einlagerungskammer besondere Maßnahmen zur Zutrittssicherung. Auch die generellen Vorgaben der Anlagensicherung erfordern es, dass der Zugang in die ELK 8a/511 über die Schleusen wirksam verhindert wird. Dies betrifft sowohl die administrativen Regelungen als auch die technische Auslegung der Schleusen.

7.1.2 Funktionen der Schleusen

Die Schleusen müssen verschiedene Funktionen erfüllen. Diese Aspekte sind im Folgenden zusammengefasst.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 104 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- Physische Abgrenzung in Form einer Barriere zwischen den Arbeitsbereichen und Sonstigem Grubenraum*

Die Schleuse ist so ausgelegt, dass die verschiedenen Tätigkeitsbereiche, die für die Bergung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 erforderlich sind, räumlich voneinander getrennt sind. Diese räumliche Trennung in Verbindung mit entsprechenden Maßnahmen wie beispielsweise eine Dekontamination verhindert, dass an Partikel gebundene Kontaminationen von einem Raumbereich in den nächsten verschleppt werden. Auf diese Weise wird ausgehend von der Einlagerungskammer mit einem sehr hohem Kontaminationsniveau eine Staffelung des Kontaminationsniveau hin zu einer Kontaminationsfreiheit im sonstigen Grubenraum erreicht. Technisch wird diese räumliche Trennung durch eine feste Barriere mit einer entsprechenden mechanischen Stabilität wie beispielsweise durch Wände aus Blechen realisiert. Die Oberflächen sind beispielsweise durch entsprechende Beschichtungen so behandelt, dass eine leichte Dekontaminierbarkeit gegeben ist.
- Kontaminationsfreie Verpackung von Gebinden und Schüttgütern in einer Doppeldeckelschleuse*

Die geborgenen radioaktiven Abfälle werden in der Einlagerungskammer in Innenbehälter eingestellt. Die befüllten Innenbehälter werden mit Hilfe eines Transportmittels (z. B. Gabelstapler bei söhligem Zugang oder Kran beim Zugang von der Firste, siehe Kapitel 6) bis vor die Innere Schleuse gebracht und dort direkt in die zuvor bereitgestellte leere Umverpackung eingestellt. Im Anschluss wird die Umverpackung fernbedient oder automatisiert verschlossen. Über ein Doppeldeckelsystem wird vermieden, dass die Außenseiten der Umverpackung inklusive des Deckels Kontakt mit dem Innenbehälter, den geladenen Abfällen oder der Atmosphäre der Einlagerungskammer haben. Somit wird sichergestellt, dass die Außenseite der Umverpackung kontaminationsfrei bleibt. Im Zuge der Schließung werden verschiedene Daten der beladenen Umverpackung erfasst. Hierzu gehören unter anderem die Identifikation, Dosisleistung, Kontamination und das Gewicht. Die Daten werden entsprechend dokumentiert. Weitere aufzunehmende Daten werden im Rahmen der weiteren Planungen festgelegt.
- Schleusung von Material, Großkomponenten und Personen*

Durchgänge/-fahrten zwischen den einzelnen Bereichen und zur ELK 8a/511 und dem Sonstigen Grubenraum sind so ausgelegt, dass die benötigten Fahrzeuge und Geräte hindurchgeschleust werden können. Dabei muss sichergestellt sein, dass die räumliche Ausdehnung jedes Schleusenbereiches das Gerät so aufnehmen kann, dass die Türen zu den übrigen Bereichen der Schleusen gleichzeitig geschlossen sein können. In der Praxis haben sich hierbei beispielsweise Rolltore bewährt. Die Schleusung von Personen und Geräten erfolgt über denselben Weg, da der Einsatz von Personen in der ELK 8a/511 nur in seltenen Ausnahmefällen erwartet wird, da die Geräte und Fahrzeuge so konstruiert sind, dass diese im Betrieb fernbedient oder automatisiert gefahren werden können. Auch die Schleusung der beladenen Umverpackungen erfolgt grundsätzlich automatisiert bzw. fernbedient.
- Bereitstellung eines Bereichs für Instandhaltungs- und Dekontaminationsarbeiten sowie Messtätigkeiten*

Unter bestimmten Umständen kann es erforderlich sein, dass Dekontaminations- und Wartungsarbeiten an Maschinen und Geräten erforderlich sind, die innerhalb der Einlagerungskammer eingesetzt worden sind. Aus Arbeitsschutzgründen (z. B. aufgrund von strahlenschutztechnischen und bergrechtlichen Aspekten) sollen diese Tätigkeiten nicht in der Einlagerungskammer,



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 105 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

durchgeführt werden. Da diese Tätigkeiten jedoch in einem Strahlenschutzbereich durchgeführt werden müssen, besteht die Möglichkeit, diese Tätigkeiten in der Inneren bzw. Äußeren Schleuse oder auch zwischen diesen im Äußeren Arbeitsbereich in einem jeweils ausreichend großen Raum durchzuführen.

Zur schnellen Beurteilung des Dekontaminationserfolges sind auch Messplätze für Kontaminationsmessungen (z. B. Wischteste) erforderlich. Diese werden in der Schleuse eingerichtet.

- *Lufttechnischer Abschluss zwischen der ELK 8a/511 und dem Sonstigen Grubenraum*
Die beiden Schleusen sind dergestalt konstruiert, dass immer eine gerichtete Luftströmung vom Sonstigen Grubenraum durch die Schleuse in die Einlagerungskammer sichergestellt ist. Ein Übertritt der Atmosphäre aus der ELK 8a/511 in die Schleuse wird durch die Auslegung der Bewetterungsanlage der Einlagerungskammer verhindert. Diese sorgt durch eine entsprechende saugende Bewetterung der Einlagerungskammer für die Aufrechterhaltung einer gerichteten Luftströmung von den Schleusen in diese (siehe Kapitel 11). Auch für den Fall, dass ein Schleusentor geöffnet ist, ist eine gerichtete Luftströmung in Richtung der Einlagerungskammer sichergestellt. Zur Vermeidung von Wetterkurzschlüssen und zur Minimierung von Leckageströmungen sind die Schleusen entsprechend abgedichtet. Die Wände, Böden und Decken sowie die Durchführungen für die Medienversorgung der Schleuse selbst ist so ausgeführt, dass die Gaswegsamkeiten zwischen den einzelnen Raumbereichen der Schleusen minimiert sind. Die Zugänge zur sowie innerhalb der Schleuse sind mit Dichtungen ausgestattet, die nur sehr geringe Leckraten aufweisen. Insgesamt wird durch die technische Auslegung der Schleuse sichergestellt, dass diese nur geringe Leckraten aufweist.
- *Durchführung der Medienversorgung*
Durch die Schleuse sind verschiedene Versorgungsleitungen durchgeführt. Hierzu gehören neben der elektrischen Energieversorgung auch weitere Medienleitungen wie Lutten für eine Bewetterung, Druckluftleitungen, Hydraulikleitungen und Kühlmittelleitungen. Diese werden so verlegt, dass die Betriebssicherheit jederzeit gewährleistet ist und die Schleusung von Materialien, Geräten, Maschinen und Personen nicht behindert wird. Die Durchführungen der Leitungen sind so konstruiert, dass die wetter- und lüftungstechnische Abgrenzung der verschiedenen Raumbereiche untereinander gewährleistet ist. Weiterhin sind bei der Ausführung der Leitungsdurchführungen brandschutztechnische Aspekte zu beachten.

7.1.3 Aufbau der Schleusen

Auf Basis der in Kapitel 7.1.2 dargestellten Funktionen ergeben sich für den Aufbau der Schleusen verschiedene Grundanforderungen. Der grundsätzliche Aufbau des Schleusensystems ist bereits im zweiten Teilbericht (DMT, 2018) beschrieben. Im Rahmen der Konzeptplanung wurde eine Doppelschleuse mit zwischengelagertem Äußeren Arbeitsbereich festgelegt. Die grundsätzliche Anordnung des Schleusensystems ist in der Abbildung 69 dargestellt. Gezeigt ist der räumliche Aufbau eines Schleusensystems in einer Kammerzugangsstrecke zur ELK 8a/511, bestehend aus der Inneren Schleuse, der Äußeren Schleuse und dem Äußeren Arbeitsbereich. Die im Folgenden dargestellten Schleusensysteme können sowohl in einem sohlennahen (Grundkonzept) als auch in einem firstnahen Zugang (Alternativkonzept) zur ELK 8a/511 eingesetzt werden.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 106 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		



Abbildung 69: Beispielhafter Aufbau einer Doppelschleuse bei einem sohlennahen Zugang in die ELK 8a/511

Die Innere Schleuse erfüllt verschiedene Funktionen. Sie bildet die erste physische Abgrenzung in Form einer Barriere zwischen der Einlagerungskammer und dem Sonstigen Grubenraum. Diese Barriere bildet auch den wettertechnischen Abschluss zwischen Einlagerungskammer und Äußerem Arbeitsbereich.

Die Innere Schleuse wird durch den Äußeren Arbeitsbereich mit der Äußeren Schleuse verbunden. Die Äußere Schleuse bildet den Abschluss der Schleuse zum Sonstigen Grubenraum.

Im weiteren werden die Funktionen der verschiedenen Raumbereiche Innere Schleuse, Äußerer Arbeitsbereich sowie Äußere Schleuse erläutert. In der Abbildung 70 ist die Innere Schleuse hervorgehoben.

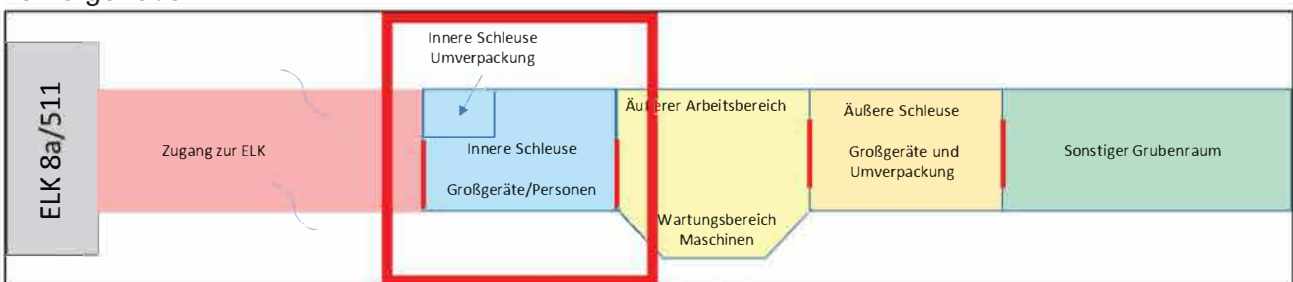


Abbildung 70: Schematische Darstellung der Inneren Schleuse (rote Markierung)

In der Inneren Schleuse werden die aus der Einlagerungskammer geborgenen Abfälle kontaminationsfrei verpackt, in dem sie in eine geeignete Umverpackung eingestellt werden. Diese Umverpackung wird so befüllt und verschlossen, dass eine Kontamination der Außenseite der Umverpackung vermieden wird. Dies erfolgt beispielsweise unter Nutzung einer Doppeldeckelschleuse. Die Daten der beladenen Umverpackung werden erfasst, hierzu gehören die Behälteridentifikation, Dosisleistung, Behälterinhalt und Gewicht. Neben beladenen Umverpackungen erfolgt in der Inneren Schleuse auch die Schleusung von Material, Großkomponenten wie Geräten und Maschinen und in

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 107 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Ausnahmefällen auch von Personen (beispielsweise für Interventionen). Darüber hinaus können in der Inneren Schleuse auch Dekontaminationsarbeiten stattfinden. Dekontaminationsarbeiten können beispielsweise erforderlich werden, wenn Maschinen und Geräte für Wartungs- und/oder Reparaturzwecke aus der Einlagerungskammer gebracht werden müssen.

Direkt an die Innere Schleuse grenzt der Äußere Arbeitsbereich (siehe Abbildung 71).

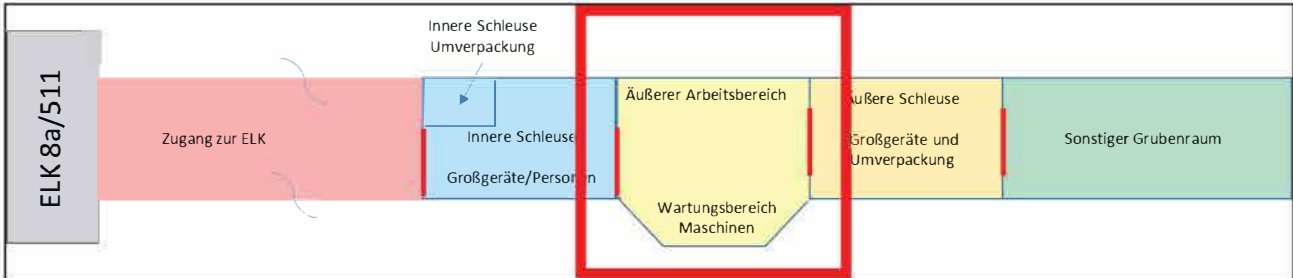


Abbildung 71: Schematische Darstellung des Äußeren Arbeitsbereiches (rote Markierung)

Der Äußere Arbeitsbereich bildet die Verbindung zwischen der Inneren und der Äußeren Schleuse. Der Äußere Arbeitsbereich ist so gestaltet, dass ein Bereich für Wartungsarbeiten zur Verfügung steht. Weiterhin besteht die Möglichkeit, Geräte und Anlagen aufzustellen und eine geringe Anzahl von Umverpackungen (befüllte und leere) pufferzulagern. Die Größe des Äußeren Arbeitsbereiches wird so gewählt, dass für alle vorgenannten Funktionen ausreichende Flächen zur Verfügung stehen. Der Äußere Arbeitsbereich grenzt direkt an die Äußere Schleuse, die die letzte Barriere zum Sonstigen Grubenraum darstellt. Eine schematische Darstellung der Lage der Äußeren Schleuse zeigt Abbildung 72.

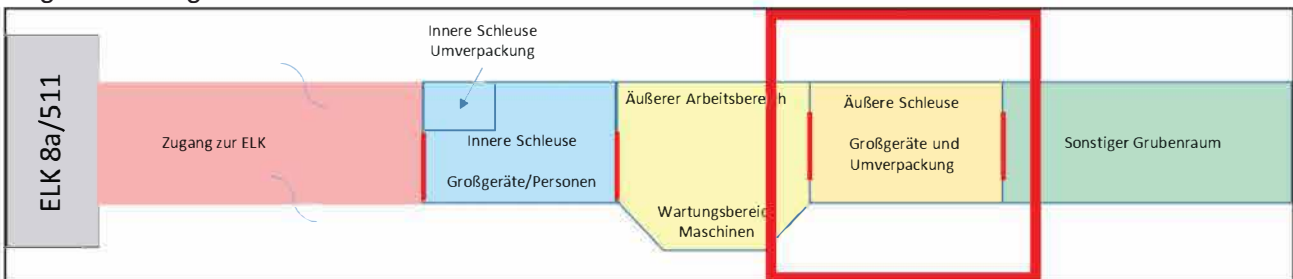


Abbildung 72: Schematische Darstellung der Lage der Äußeren Schleuse (rote Markierung)

Während die Innere Schleuse den lüftungstechnischen Abschluss zwischen der Schleuse und der Einlagerungskammer darstellt, bildet die Äußere Schleuse den lüftungstechnischen Abschluss zwischen der Schleuse und dem Sonstigen Grubenraum. Durch die Äußere Schleuse werden Materialien wie leere Umverpackungen, Geräte und Maschinen sowie Personen in den Äußeren Arbeitsbereich geschleust und beladene Umverpackungen sowie Geräte, Maschine und Materialien aus dem Äußeren Arbeitsbereich in den Sonstigen Grubenraum geschleust. Dabei finden beweissichernde Kontaminationskontrollen an allen Gegenständen und Personen, die in den Sonstigen Grubenraum geschleust werden, statt. Sollten die Messungen zeigen, dass Dekontaminationsarbeiten erforderlich sind, werden diese innerhalb der Äußeren Schleuse in den entsprechenden Einrichtungen durchgeführt.

Die Abmessungen der Schleusen sind abhängig von den in der ELK 8a/511 verwendeten Geräten. Diese müssen ggf. zu Wartungs- und Reparaturzwecken aus der Einlagerungskammer in das Schleusensystem überführt werden. Auch die Abmessungen des Äußeren Arbeitsbereiches orientieren sich an den betrieblichen Anforderungen für die Wartung bzw. die Reparatur der Geräte und



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 108 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Maschinen. Detaillierte Abmessungen der Schleusen und des Äußeren Arbeitsbereichs werden im Rahmen der weiteren Planungen für die Rückholung festgelegt.

7.1.4 Lage der Schleusen

Die Schleusen sind zur Beschleunigung des Planungsprozesses konzeptionell so ausgelegt, dass die Lage des Zuganges in die ELK 8a/511 keinen Einfluss auf den grundsätzlichen Aufbau und die Funktionen der Schleusenbereiche hat. Sie können sowohl in einem söhnigen Zugang zur Einlagerungskammer als auch in einem firstnahen Zugang eingerichtet werden.

Zur Verringerung der durch die Direktstrahlung aus der ELK 8a/511 verursachten Ortsdosisleistung in der Schleuse kann der Abstand zwischen dem Gebindekegel und der Schleuse erhöht und/oder die Schleusentür mit einer entsprechenden Abschirmung versehen werden. Auch die Lage des Kammerzuganges ist für die Höhe der Direktstrahlung in der Schleuse von Bedeutung. Liegen der Gebindekegel und die Innere Schleuse in einer Sichtachse, ist die Dosisleistung durch Direktstrahlung in der Schleuse höher als ohne direkte Sichtachse.

Daher ist die in der Abbildung 69 gezeigte Anordnung von Schleuse und Kammerzugangstrecke beispielhaft zu verstehen. In der weiteren Planung kann es sich möglicherweise als vorteilhaft herausstellen, die Strecke zwischen der Einlagerungskammer und der Inneren Schleuse abzuwinkeln, da dadurch einerseits die Direktstrahlung aus der Einlagerungskammer in Richtung der Inneren Schleuse verringert wird und sich andererseits auch Vorteile für die Länge und Richtung der Transportwege ergeben können.

Bei einem firstnahen Zugang spielt der Aspekt der Dosisreduzierung durch die Abwinkelung jedoch eine sehr geringe Rolle, da aus geometrischen Gründen hier keine Sichtachse gegeben ist. Weiterhin ist bei diesem Zugang der Abstand zwischen Einlagerungskammer und Schleuse durch den dazwischenliegenden Kran deutlich größer, so dass eine entsprechende Reduzierung der Ortsdosisleistung in der Schleuse durch die Direktstrahlung aus der ELK 8a/511 erreicht wird. Somit wird der Abstand zwischen der ELK 8a/511 und der Inneren Schleuse unter Berücksichtigung der jeweiligen Gegebenheiten vor Ort sowie technischer Aspekte wie Länge der Transportwege in der Einlagerungskammer und sicherheitlicher Aspekte wie z. B. Einfluss der Direktstrahlung aus der Einlagerungskammer im Rahmen der weiteren Planungen festgelegt. Bei Einrichtung der Schleusen im firstnahen Bereich der ELK 8a/511 ist darüber hinaus zu berücksichtigen, dass die Abschirmtüren des Kranes (siehe Kapitel 5.2) an der der Einlagerungskammer zugewandten Seite im geschlossenen Zustand für eine weitere Abschirmung der Schleuse gegenüber der Direktstrahlung aus der ELK 8a/511 sorgen.

Durch die Lage der Schleuse im Sohlenniveau bzw. in Firstnähe der ELK 8a/511 ergibt sich eine Anpassung in der Detailausführung der Schleusen. Befindet sich die Schleuse auf der 511-m-Sohle, erfolgt der Zugang in die Einlagerungskammer über dieselbe Ebene. Die leeren Umverpackungen können direkt in die ELK 8a/511 gefördert werden, und die beladenen Umverpackungen werden auch wieder auf diesem Weg herausgefördert.

Befindet sich der Zugang zur ELK 8a/511 jedoch im Firstniveau, sind für die Planung der Schleuse noch einige weitere Details zu betrachten. Die Umverpackungen werden von der Kammerzugangsstrecke mittels eines Kranes in den Sohlenbereich der Einlagerungskammer hinein bzw. von diesem heraus gefördert (siehe Kapitel 6.2.3). Die weitere Förderung der Umverpackungen in der Kammerzugangsstrecke erfolgt mittels einer Rollenbahn, welche unterhalb des Kranrahmens verläuft (siehe Kapitel 6.2.3). Zur Überwindung des Höhenunterschiedes zwischen der Rollenbahn und der Schleuse wird eine Hubeinrichtung eingesetzt, die die Umverpackungen aus der Schleuse aufnimmt bzw. in diese einstellt (siehe Abbildung 73).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 109 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

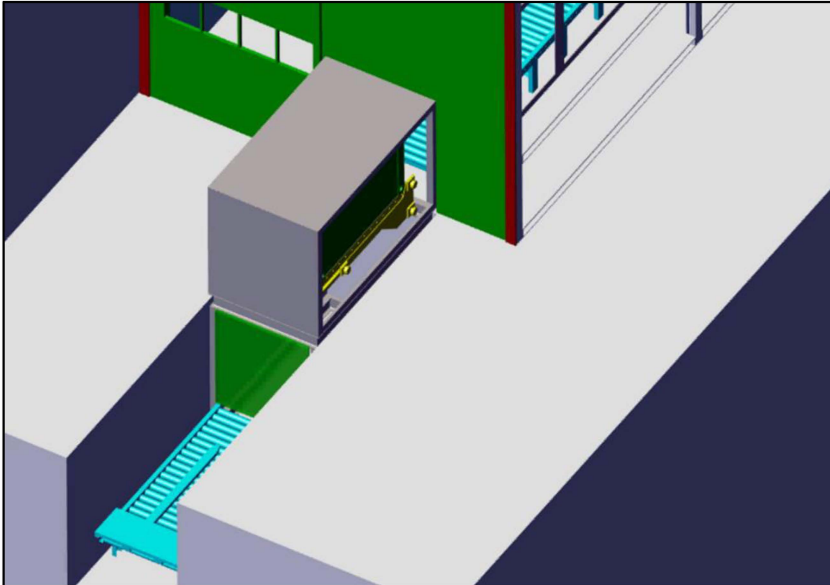


Abbildung 73: Beispielhafte Darstellung des Höhenunterschiedes zwischen Rollenbahn und Schleuse bei der Bergung über einen firstnahen Zugang zur ELK 8a/511

7.2 UMPERPACKUNG DER GEBINDE

7.2.1 Anforderungen an die Umverpackung

Grundsätzliche Anforderungen an die Umverpackung

Aufgrund der bisher in den Abwettern aus der ELK 8a/511 nachgewiesenen Kontaminationen (Asse-GmbH, 2017c) ist davon auszugehen, dass auch auf den Oberflächen innerhalb der Einlagerungskammer Kontaminationen mit radioaktiven Stoffen vorhanden sind. Dies betrifft neben der Sohle, den Stößen, der Firste und dem auf der Sohle vorhandenen Haufwerk auch die Oberflächen der eingelagerten Gebinde. Weiterhin sind die Anzahl und der Zustand der beschädigten Gebinde nicht näher bekannt und es muss der Austritt von Abfällen aus den Gebinden unterstellt werden. Daher müssen zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen aus der ELK 8a/511 in den Sonstigen Grubenraum die geborgenen Abfälle so behandelt werden, dass die Kontaminationen nicht in die Umgebung außerhalb der Einlagerungskammer gelangen können. Zu diesem Zweck werden die geborgenen Abfälle vor ihrem Transport in den Sonstigen Grubenraum in eine geeignete Umverpackung eingestellt. Die Umverpackung muss in der Lage sein, die aufgenommenen radioaktiven Stoffe sicher einzuschließen. Dies gilt auch für die Aufnahme von äußerlich intakten Gebinde. Auch bei diesen muss unterstellt werden, dass die Integrität der Dichtungen und der Umhüllung nicht mehr gegeben ist. Somit muss die Umverpackung in allen Fällen so ausgelegt werden, dass diese offene radioaktive Stoffe aufnehmen kann und diese sicher umschließt. Der Austritt von möglicherweise radioaktiv kontaminierten Partikeln aus der Umverpackung muss sicher vermieden werden. Eine spezifizierte Gasdichtheit der Umverpackungen hingegen ist nicht erforderlich, da die Daten des eingelagerten Abfallinventars keine Hinweise auf stark gasbildende Prozesse geben (BfS, 2010). Der Austritt von radioaktiven Gasen aus den beladenen Umverpackungen ist daher nicht zu unterstellen.

Damit das Ziel einer kontaminationsfreien Förderung der Abfälle aus der Einlagerungskammer erreicht werden kann und der Dekontaminationsaufwand an der beladenen Umverpackung minimiert

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 110 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

wird, erfolgt keine Förderung der Umverpackung in das Innere der Einlagerungskammer, sondern diese verbleibt in der Inneren Schleuse. Sie wird an eine Doppeldeckelschleuse, die Bestandteil der Inneren Schleuse ist, angeschlossen. Die zu bergenden Abfälle, bei denen es sich neben intakten und deformierten Gebinden auch um zerstörte Gebinde, ausgetretene Abfälle oder auch kontaminiertes Haufwerk handeln kann, werden zur weiteren Handhabung und Förderung innerhalb der Einlagerungskammer in einen Innenbehälter geladen. Dieser Innenbehälter ist so ausgeführt, dass neben den geometrisch definierten, intakten Gebinden auch deformierte und beschädigte sowie zerstörte Gebinde und anderes Lockermaterial wie ausgetretene Abfälle und kontaminiertes Haufwerk aufgenommen werden können. Der beladene Innenbehälter wird dann über die Doppeldeckelschleuse in die Umverpackung eingestellt. Durch dieses Verfahren wird erreicht, dass die Außenseite der Umverpackung nicht kontaminiert wird.

Im Detail erfolgt die Förderung der leeren Umverpackungen bzw. der umverpackten radioaktiven Stoffe durch die Schleuse im Fall eines söhnigen Zugangs in die Einlagerungskammer auf dem folgenden Weg:

1. Die mit einem leeren Innenbehälter beladene Umverpackung (grün) wird über die Äußere Schleuse und den Äußeren Arbeitsbereich zur Inneren Schleuse gefördert. Dort wird die Umverpackung auf einer Rollenbahn oder einem Förderband abgestellt (Abbildung 74).

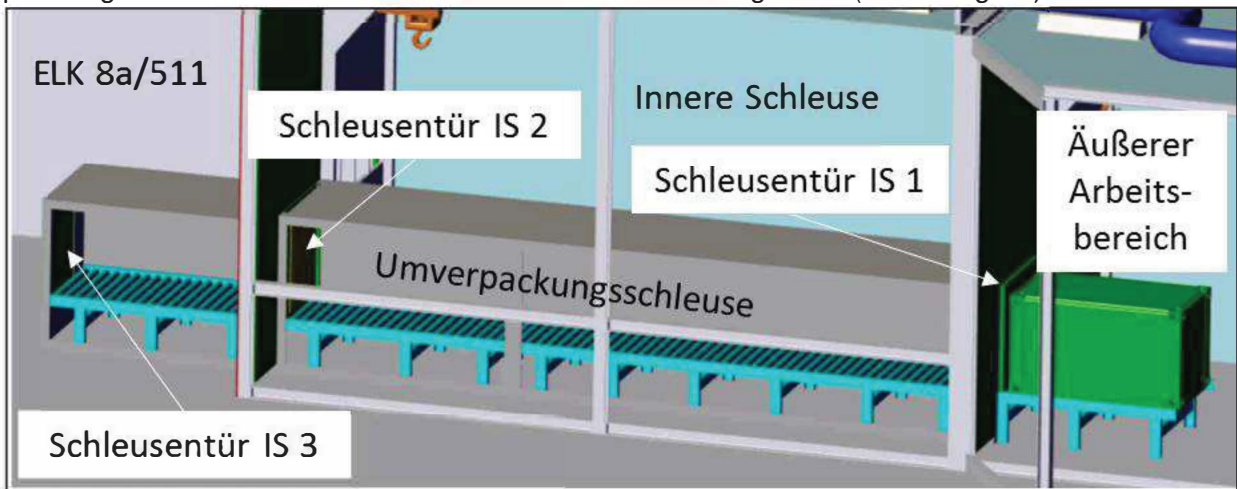


Abbildung 74: Einschleusen der leeren Umverpackung in die Innere Schleuse

2. Die Umverpackung wird durch die Schleusentür IS 1 in die Umverpackungsschleuse eingeschleust. Wenn sich die Umverpackung in der Umverpackungsschleuse befindet, schließt sich die Schleusentür IS 1. Die Umverpackung wird bis zur Schleusentür IS 2 gefahren. Dort wird der Außendeckel über eine Montageeinrichtung an der Schleusentür IS 2 fernbedient/automatisiert entfernt und verbleibt an dieser. Die Umverpackung ist jetzt noch durch einen Innendeckel verschlossen. Im Anschluss öffnet sich die Schleusentür IS 2 zum innerhalb der ELK 8a/511 gelegenen Teil der Schleuse (Schleuse ELK, siehe Abbildung 75).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 111 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

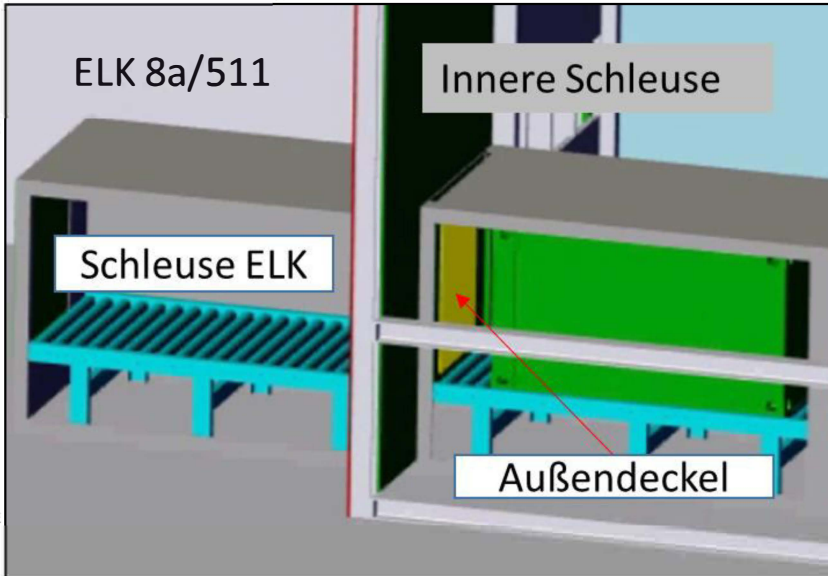


Abbildung 75: Entfernen der Außendeckels der Umverpackung

- Die Umverpackung wird in die Schleuse ELK gefördert, und die Schleusentür IS 2 schließt sich wieder. Die leere Umverpackung steht nun innerhalb der Schleuse zur ELK. Konstruktiv ist dabei durch ein Dichtungssystem gewährleistet, dass die Stirnseite der Umverpackung beim Öffnen des Schleusentores zur ELK 8a/511 so abgedeckt ist, dass die Außenseite der Umverpackung keinen Kontakt zum Inneren der ELK 8a/511 hat (Doppeldeckelprinzip), und auch keine direkte Verbindung des Innenraumes der Schleuse ELK zur Einlagerungskammer 8a/511 besteht. So wird vermieden, dass sich an Schwebstoffe gebundene radioaktive Stoffe auf der Behälteroberfläche der Umverpackung ablagern können (Abbildung 76).

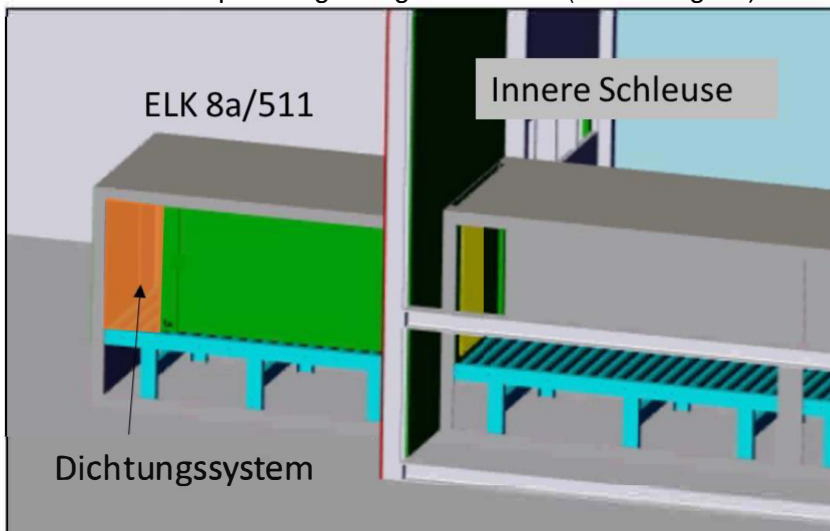


Abbildung 76: Umverpackung mit Dichtungssystem

Durch ein weiteres Demontagesystem wird der Innendeckel der Umverpackung gelöst. Durch die Konstruktion des Demontagesystems ist sichergestellt, dass die Außenseite des Innendeckels keinen Kontakt zur Atmosphäre der Einlagerungskammer erhält (Doppeldeckelprinzip). Nach Entfernung des Innendeckels wird die Schleusentür IS 3 zur ELK 8a/511 geöffnet.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 112 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

4. Der Innenbehälter wird durch ein Fördermittel, wie beispielsweise einen Gabelstapler, aus der Umverpackung entnommen und in der ELK 8a/511 abgestellt. Im Anschluss wird ein mit radioaktivem Abfall beladener Innenbehälter in die Umverpackung eingestellt (Abbildung 77).

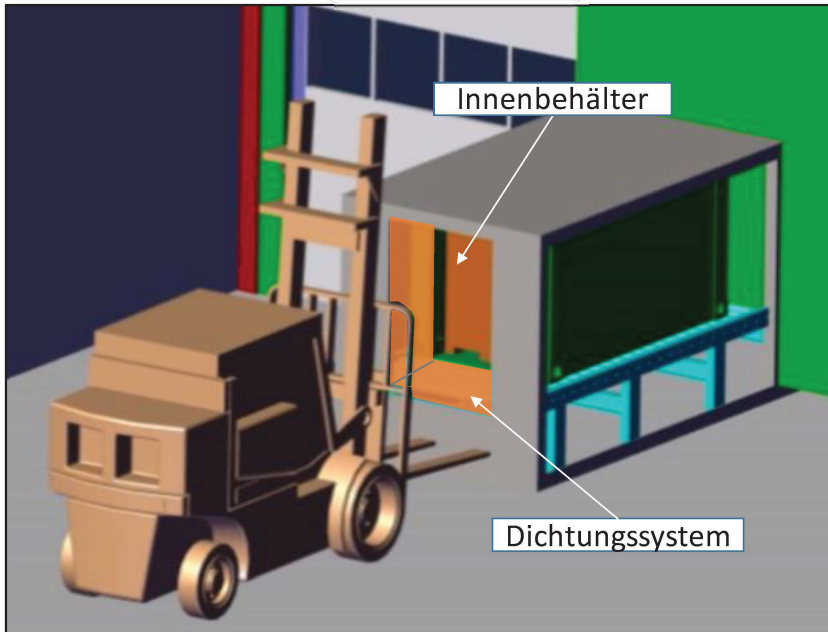


Abbildung 77: Ent-/Beladung der Umverpackung mit dem Innenbehälter

5. Die Schleusentür IS 3 zur ELK 8a/511 schließt sich wieder. Der Innendeckel wird auf die beladene Umverpackung aufgeschraubt, und wird damit von der Schleusentür IS 3 gelöst. Danach anschließend wird die Schleusentür IS 2 zur Umverpackungsschleuse geöffnet, und die beladene Umverpackung wird bis kurz hinter die offene Schleusentür IS 2 gefördert. Die Schleusentür IS 2 schließt sich wieder, und es erfolgt die Montage des Außendeckels der Umverpackung. Die beladene Umverpackung wird der Dosisleistungs-, Gewichts-, und Kontaminationskontrolle innerhalb der Umverpackungsschleuse zugeführt, bevor sie diese über die Schleusentür IS 1 verlässt und durch den Äußeren Arbeitsbereich und die Äußere Schleuse zum Förderschacht transportiert wird.

Für den Kammerzugang in Firstnähe weicht der Schleusprozess leicht von dem für den Sohlzugang beschriebenen Ablauf ab. So werden beim Kammerzugang in Firstnähe die mit dem leeren Innenbehälter beladene Umverpackung auf das Niveau der Rollenbahn abgesenkt (siehe Abbildung 73). Aufgrund des Doppeldeckelprinzips hat die Außenseite der Umverpackung auch bei dieser Variante keinen Kontakt zur Atmosphäre der Einlagerungskammer und bleibt daher kontaminationsfrei. Nach Entnahme des Innenbehälters wird dieser über eine Rollenbahn von der Inneren Schleuse und der ELK 8a/511 transportiert. Die Rollenbahn verläuft unterhalb des Kranes (siehe Kapitel 6.2.3). An der Einlagerungskammer werden die leeren Innenbehälter mittels eines Hebegestells auf der Sohle der Einlagerungskammer abgesetzt. Nach der Beladung werden die Innenbehälter wieder mit dem Hebegestell aufgenommen, auf der Rollenbahn abgestellt und zur Inneren Schleuse gefördert. Dort werden die beladenen Innenbehälter in die Umverpackung gefördert. Auch bei diesem Prozess ist aufgrund des Doppeldeckelprinzips eine Kontamination der Außenseite der Umverpackung ausgeschlossen.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 113 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Alternativ besteht auch bei dem Kammerzugang in Firstnähe konstruktiv die Möglichkeit, die zur Förderung der Innenbehälter erforderliche Rollenbahn innerhalb des Rahmens der Krananlage zu realisieren. In diesem Fall werden die Innenbehälter nicht unterhalb des Kranrahmes gefördert und der Hubvorgang an der mit dem leeren bzw. beladenen Innenbehälter bestückten Umverpackung innerhalb der Inneren Schleuse entfällt.

Für die einfache und sichere Handhabung ist die Umverpackung mit definierten Lastanschlagspunkten versehen. Die Handhabung umfasst neben der Förderung innerhalb der Schleuse auch die Transporte bis zum Förderschacht, die Schachtförderung und den weiteren Transport über Tage zu einem Zwischenlager. Anforderungen aus dem Transportrecht über öffentliche Verkehrswege muss die Umverpackung nicht erfüllen (BfS, 2015).

Die für den Transport der Umverpackungen erforderlichen Handhabungen an den Gebinden bergen auch das Risiko, dass es zu Ereignissen wie dem Absturz der Umverpackungen auf die Sohle, zu einer mechanischen Belastung aufgrund von Kollisionen von Transportmitteln mit Hindernissen oder auch zu einer thermischen Belastung aufgrund eines Brandereignisses kommt. Auch bei Auftreten dieser Ereignisse muss die Integrität der Umverpackung konstruktiv soweit erhalten bleiben, dass ein Austritt von radioaktiven Stoffen verhindert wird. Alternativ kann durch geeignete Maßnahmen wie beispielsweise gesonderte Brandschutzmaßnahmen erreicht werden, dass durch entsprechende Vorsorgemaßnahmen Ereignisse ausgeschlossen werden können bzw. in ihren Auswirkungen begrenzt werden.

7.2.2 Konstruktive Ausgestaltung der Umverpackung

Die konstruktive Ausgestaltung der Umverpackung hat direkten Einfluss auf die weiteren Planungselemente, so müssen für die Auslegung der Anlagen und Einrichtungen wie Schleusen, Handhabungseinrichtungen und Transportmittel die verschiedenen Konstruktionsmerkmale der Umverpackung bekannt sein. So bestimmen beispielsweise die Abmessungen und das Gewicht der Umverpackung die Auslegung der Handhabungseinrichtungen wie Umladeanlage oder auch Rollenbahnen.

Für die konstruktive Ausgestaltung der Umverpackung sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Die für die Beladung der Umverpackung erforderliche Doppeldeckelkonstruktion ist geeignet für den fernbedienten Einsatz in der Schleuse sowie für ein zeitoptimiertes, fernbedientes Öffnen und Verschließen. Zu beachten ist dabei die zur kontaminationsfreien Beladung erforderliche Einrichtung des Doppeldeckelsystems der Schleuse für die Umverpackung.
- Die Auslegung der Stärke der Außenwände und der tragenden Elemente (z. B. Rahmen) der Umverpackung müssen die Möglichkeit zur Ausrüstung mit zusätzlichen Abschirmungen bieten und die Formstabilität für den Einsatz in der Schleuse sicherstellen. Weiterhin ist eine robuste Ausführung für einen sicheren Transport notwendig. Die Ausführung sollte bei Bedarf so gewählt sein, dass ggf. auch ein wiederholter Einsatz während der Rückholung möglich ist. Bei diesem Verfahren des Behälterumlaufs wird die Umverpackung in einem geeigneten Lager entladen und unter Tage wieder mit geborgenen Abfällen beladen.
- Die Behandlung der beladenen Umverpackungen beinhaltet unter anderem die Kontaminationsmessung der Behälteroberfläche als regelmäßige Ausgangsmessung in der Äußeren Schleuse und stichprobenweise in der Inneren Schleuse. Dabei ermöglichen glatte Oberflächen eine zügige und zuverlässige Kontaminationsmessung sowie ggf. eine einfache Dekontamination.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 114 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- Das nutzbare Volumen und Gewicht einer Umverpackung sind maßgebliche Einflussgrößen in der Durchsatzplanung der Schleusen und des Transportes.
- Die Handhabbarkeit der beladenen Umverpackung für den Transport und die Förderung durch das Grubengebäude nach über Tage muss gegeben sein. Dies betrifft einerseits die Abmessungen und das Gewicht der Umverpackung, andererseits auch das Vorhandensein von Lastanschlagspunkten für die Förderung und die Umladung.
- Möglicherweise sind die beladenen Umverpackungen über eine längere Zeit pufferzulagern, bis beispielsweise ein entsprechendes Zwischenlager bzw. eine Konditionierungsanlage zur Verfügung steht. Daher müssen die Umverpackungen korrosionsbeständig sein. Außerdem sind für zukünftige Planungsschritte ggf. weitere, bisher noch nicht bekannte Erfordernisse in Bezug auf die Zwischenlagerung, die Wiederverwendung und die Anforderungen für die Konditionierung zu berücksichtigen.

7.2.3 Design der Umverpackung

Auf Basis der vorgenannten konstruktiven Auslegung kann das Design der Umverpackung weiter detailliert werden. Im Bericht „Variantenvergleich“ (DMT, 2018) sind fünf verschiedene Typen der Umverpackung beschrieben. Hierbei handelt es sich um die Einzel-Umverpackung für die Aufnahme eines Gebindes, die kleine Multi-Umverpackung für die Aufnahme von zwei bzw. drei Gebinden sowie die große Multi-Umverpackung für die Aufnahme von vier bzw. fünf Gebinden.

Anhand der in den nachfolgenden Kapiteln betrachteten Aspekte „Möglichkeit zur Aufnahme der Abfälle“, „Handhabungsvorgänge“ und „Lagervolumen“ sowie „Größe und Gesamtgewicht“ wird ein bevorzugtes Design der Umverpackung festgelegt.

Zur Bewertung der verschiedenen Ausführungen der Umverpackungen müssen verschiedene Aspekte zur Aufnahme der zu bergenden Abfälle betrachtet werden. So muss die Umverpackung geeignet sein, die mit intakten Gebinden, beschädigten/deformierten Gebinden oder auch mit Schüttgut beladenen Innenbehälter aufzunehmen. Im Folgenden werden die verschiedenen Ausführungen der Umverpackungen auf ihre Aufnahmefähigkeit für die zu bergenden Abfälle hin betrachtet.

Bei der Einzel-Umverpackung ist zu berücksichtigen, dass die Aufnahme von beschädigten bzw. deformierten Gebinden aus geometrischen Gründen nur eingeschränkt möglich ist. Diese Einschränkung gilt nicht für die kleine und die große Multi-Umverpackung. Diese beiden Umverpackungen sind in der Lage, die Abfälle uneingeschränkt aufzunehmen.

Hinsichtlich der Aufnahme der Abfälle ist die Einzel-Umverpackung weniger geeignet als die Multi-Umverpackungen.

Handhabungsvorgänge und Lagervolumen

Für die Durchsatzplanung der verschiedenen Einrichtungen muss bekannt sein, mit wie vielen Handhabungsvorgängen im Einzelnen gerechnet werden muss. Dabei verhält sich die Anzahl der zu handhabenden Umverpackungen umgekehrt proportional zur Anzahl der Gebinde, die je Umverpackung aufgenommen werden muss. Zu den Handhabungsvorgängen gehören neben den Umladevorgängen auch die Schleusprozesse. Weiterhin sind die erforderlichen Zeiten für die Handhabung an den Umverpackungen zu berücksichtigen (bspw. Dekontaminationsarbeiten).

Für eine Pufferlagerung der Gebinde muss das erforderliche Lagervolumen bekannt sein, um die entsprechenden Lagerflächen planen zu können.

Eine erste Betrachtung der Handhabungsvorgänge und der Lagervolumina ist in der Tabelle 3 zusammengefasst. Dabei wird davon ausgegangen, dass nur geometrisch intakte Gebinde aufgenommen werden und somit die Kapazität der Umverpackung jeweils bestmöglich ausgenutzt ist. Die



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 115 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Berücksichtigung von Haufwerk erfolgte nicht, da dessen Volumen mit dem aktuellen Kenntnisstand nicht abgeschätzt werden kann.

Bei der Betrachtung des Lagervolumens wurde davon ausgegangen, dass die Stärke einer möglichen Abschirmung keine Auswirkungen auf die Außenabmessungen der Umverpackung hat. Weiterhin wurden bei der Berechnung des Lagervolumens der Umverpackungen die geometrischen Abmessungen der Gebinde mit einer Höhe von 885 mm und einem Durchmesser von 625 mm (DMT, 2017) herangezogen. Zusätzlich wurden noch Abstände zwischen den Gebinden und zwischen Gebinde und den Innenseiten des Innenbehälters berücksichtigt. Die Außenabmessungen der jeweiligen Umverpackung ergeben sich einerseits aus konstruktiven Anforderungen wie dem tragenden Rahmen und andererseits aus den Anforderungen für die Förderung, die Lastanschlagspunkte wie bspw. ISO-Ecken oder Laschen für Gabelzinken beinhalten.

Tabelle 3: Vergleich der unterschiedlichen Umverpackungen

Art der Umverpackung	Anzahl Gebinde je Umverpackung	Schleusvorgänge	Reduzierung ggü. Einzelumverpackung	Lagervolumen aller umverpackten Gebinde
Einzelumverpackung	1	1.301	-	770 m ³
Kleine Multi-Umverpackung	2	651	50 %	729 m ³
	3	434	66 %	715 m ³
Große Multi-Umverpackung	4	326	75 %	664 m ³
	5	261	80 %	794 m ³

Der Vergleich der Anzahl der Schleusvorgänge zeigt, dass eine wesentliche Reduzierung insbesondere bei der Betrachtung der Einzel-Umverpackung und der kleinen Multi-Umverpackung zu verzeichnen ist. Eine weitere Erhöhung der Aufnahmekapazität der Umverpackung führt nicht zu einer weiteren linearen Reduzierung der Schleusvorgänge.

Die Betrachtung des Gebindebruttovolumens zeigt, dass es zwischen den verschiedenen Arten der Umverpackung keine großen Unterschiede gibt. Somit hat die Kapazität der Umverpackung nur einen relativ geringen Einfluss auf die Auswahl und braucht nicht als entscheidendes Kriterium für diese herangezogen werden.

Auslegung der Umverpackung

Weitere Kriterien für das Design der Umverpackung sind die Größe und das Gesamtgewicht. Beide spielen eine wesentliche Rolle für die Handhabung, die Auslegung der Schleusen und Transportmittel, die Nutzung der Schächte Asse 2 und Asse 5. Sowohl die Größe als auch das Gewicht werden mitbestimmt durch die Auslegung der erforderlichen Abschirmung, wobei die Abschirmung in erster Linie das Gewicht der Umverpackung bestimmt.

Das Erfordernis der Abschirmung ist auf Forderungen des Strahlenschutzgesetzes zurückzuführen. Der § 8 StrlSchG regelt die Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und Dosisreduzierung. Während der Handhabung an den Umverpackungen kann das Personal bei unterschiedlichen Arbeitsschritten einer Strahlenexposition durch Direktstrahlung und nicht festhaftende Kontaminationen ausgesetzt sein. Diese betrifft einerseits Handhabungsvorgänge direkt an der Umverpackung wie Kontaminationsmessungen, Interventionen und eine mögliche Dekontamination im Zuge der Abfertigung der beladenen Umverpackungen sowie andererseits Tätigkeiten während des Transportes der Umverpackungen. Dabei lässt sich grundsätzlich festhalten, dass der technische und administrative



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 116 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Aufwand zur Gewährleistung des Schutzes vor Direktstrahlung mit steigender Dosisleistung zunimmt und umgekehrt die Handhabbarkeit der Umverpackung sich mit zunehmendem Gewicht und steigender Größe verschlechtert. Als weiterer Aspekt ist zu berücksichtigen, dass die messtechnische Charakterisierung der Abfälle von der Abschirmung beeinflusst und mit zunehmender Abschirmwirkung erschwert wird.

Es werden zwei Auslegungen betrachtet:

1. Aspekte für die Nutzung einer Umverpackung mit hoher Abschirmwirkung:
 - a. Manuelle Tätigkeiten an beladener Umverpackung aufgrund der geringeren Dosisleistung an der Außenseite ist vereinfacht
 - b. Hohes Gewicht der Abschirmung erfordert entsprechende Tragfähigkeit diesbezüglicher Komponenten (Schleuseneinrichtung, Handhabungsmittel, Transportmittel)
 - c. Abschirmung vergrößert ggf. Abmessungen der Umverpackung, dies führt möglicherweise zu Limitierungen bei der Förderung über Schacht Asse 2
 - d. Kosten der Umverpackung sind höher als bei Umverpackung mit geringer Abschirmwirkung
2. Aspekte bei der Nutzung einer Umverpackung mit geringer Abschirmwirkung:
 - a. Nutzung von zusätzlichen Abschirmungen im Zuge der Handhabung in den Schleusen, beim Transport und bei der Pufferlagerung ggf. notwendig
 - b. Hoher Aufwand für Fernbedienung / Hantierung und Kontaminationskontrollen sowie Dekontaminationsmaßnahmen
 - i. Durchführung unter Zuhilfenahme von abstandsgebenden Einrichtungen und Werkzeugen
 - ii. Nutzung von robuster und zuverlässiger fernbedienter TechnikDurch die beiden vorgenannten Punkte werden Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Technik (Bergetechnik, Schleusen, Transportmittel) gestellt.
 - c. Zusätzliche Maßnahmen für den Interventionsfall (Abschirmungen, abstandgebende Mittel, Fernbedienung, Automatisierung) ggf. notwendig
 - d. Transport ist nur unter bestimmten Bedingungen, wie z. B. Anwesenheit von nur unmittelbar am Transport beteiligten Personen oder vollständig fernbedient möglich; somit ist eine Rückwirkung auf den parallel laufenden Betrieb im Grubengebäude zu berücksichtigen.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die nachfolgenden Optionen für die Auslegung der Abschirmungen im Weiteren mit einem Synonym bezeichnet, welches in Anführungszeichen gesetzt ist. Die Option „keine Abschirmung“ wird nicht weiter betrachtet, da diese aufgrund der hohen Dosisleistung eines Teils der Gebinde aus Sicht des Strahlenschutzes nicht vertretbar ist.

Im Folgenden wird die Bewertung der erforderlichen Abschirmwirkung zur Reduzierung der Dosisleistung an der Außenseite der Umverpackung auf Basis von vier Zielwerten dargestellt. Diese Zielwerte sind auf der Grundlage von drei Bewertungsbereichen festgelegt. Bei den Bewertungsbereichen handelt es sich im Einzelnen um:

1. Annahmebedingungen Konrad (BfS, 1997)
2. Festlegungen im Transportrecht ADR/RID
3. Festlegung der Strahlenschutzverordnung

Auf Basis dieser drei Bewertungsbereiche wurden vier Auslegungsvarianten für die Abschirmwirkung bestimmt:



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 117 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- Auslegungsvariante „Konrad“ (Basierend auf den aktuellen Annahmebedingungen Konrad)
 - zylindrisch: Dosisleistung max. 0,1 mSv/h in 1 m Abstand
 - quaderförmig: Dosisleistung max. 0,1 mSv/h in 2 m Abstand
 - Kontaktdosisleistung max. 2 mSv/h (max. 10 mSv/h lokaler Maximalwert)
 - Dabei entsprechen die Werte für die Dosisleistung für zylindrische Abfallgebinde in 1 m Abstand und die Kontaktdosisleistung von max. 2 mSv/h den Vorgaben, die bereits für die Annahmebedingungen der MAW-Gebinde der Schachtanlage Asse II aus dem Jahr 1976 galten.
- Auslegungsvariante „Konservativ“ (Basierend auf den Annahmebedingungen Konrad, jedoch unabhängig von der Form der Umverpackung)
 - Dosisleistung max. 0,1 mSv/h in 1 m Abstand
- Auslegungsvariante „Transportrecht“ (Basierend auf dem Transportrecht (ADR/RID))
 - Dosisleistung max. 2 mSv/h in 2 m Abstand (im Realfall nur unter ausschließlicher Verwendung relevant)
 - Kontaktdosisleistung max. 2 mSv/h (max. 10 mSv/h unter ausschließlicher Verwendung)
- Auslegungsvariante „Sperrbereich“ (Einrichtung eines Sperrbereichs gemäß Strahlenschutzverordnung bei einer Dosisleistung > 3 mSv/h)
 - Kontaktdosisleistung max. 3 mSv/h

Als abdeckende Betrachtung für die Zielwerte der Dosisleistung werden die Auslegungsvarianten „Konservativ“ und „Sperrbereich“ weiter betrachtet. Diese beiden Auslegungsvarianten bilden die obere und untere Grenze der aus Sicht des radiologischen Arbeitsschutzes und unter der Berücksichtigung des hohen geplanten Automatisierungsgrades der Rückholung die minimal bzw. maximal erforderliche Auslegung der Abschirmung ab. Als Zielwert werden damit für die Auslegungsvariante „Konservativ“ die Dosisleistung auf max. 0,1 mSv/h in 1 m Abstand begrenzt. Diese Variante bietet sehr hohe Abschirmung bei großem Materialaufwand. Die zum Vergleich herangezogene Abschirmvariante „Sperrbereich“ lässt eine maximale Kontaktdosisleistung von 3 mSv/h zu. Diese Abschirmvariante ist für den radiologischen Arbeitsschutz praxisorientiert bezüglich der Handhabbarkeit von Gebinden mit Dosisleistung.

Für die Auslegung der Abschirmung der Umverpackung muss die erwartete Dosisleistung der aufzunehmenden Gebinde bekannt sein. Die Dosisleistung der einzelnen in der ELK 8a/511 eingelagerten Gebinde kann auf Basis des in der Datenbank Assekat (Assekat 9.2, 2010a) dokumentierten Aktivitätsinventars der einzelnen Chargen (und damit auch der einzelnen Gebinde) berechnet werden. Insgesamt wurden 1.277 Chargen eingelagert. Unter diesen Chargen befinden sich 1.273 Einzelgebinde und vier Chargen, die jeweils sieben Gebinde beinhalten.

Die innerhalb der ELK 8a/511 eingelagerten Abfälle weisen aufgrund des bekannten Aktivitätsinventars eine teilweise sehr hohe Dosisleistung auf. Die Kontaktdosisleistung einzelner Gebinde kann nach eigenen Berechnungen auf Basis der Daten aus der Datenbank Assekat (BfS, 2010) Werte von mehreren 10 mSv/h annehmen. Da in Bezug auf die Minimierung der Strahlenexposition des Personals technische Maßnahmen gegenüber administrativen Maßnahmen vorzuziehen sind, müssen die geborgenen Gebinde und Abfälle für den weiteren Transport innerhalb der Schleusen und des sonstigen Grubenraumes aufgrund von arbeitssicherheitlichen Anforderungen in Bezug auf den Strahlenschutz eine Abschirmung aufweisen.

Um zu einer vom Nuklid-spezifischen Aktivitätsinventar unabhängigen Vergleichbarkeit der Dosisleistung der einzelnen Gebinde zu gelangen, wurde anhand des in der Datenbank Assekat (Assekat 9.2, 2010a) dokumentierten Inventars an Radionukliden und der Abfallmatrix für jedes Gebinde das



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 118 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

gewichtete Aktivitätsinventar bestimmt. Die die Dosisleistung bestimmenden Nuklide Cs-137 und Co-60 liegen in den einzelnen Chargen in stark unterschiedlichen Gesamtaktivitäten vor. So weisen beispielsweise verfestigte Verdampferkonzentrate oder Harze ein hohes Aktivitätsinventar an Cs-137 auf, wohingegen aktivierte Stähle in erster Linie Co-60 enthielten. Die Co-60 Aktivitäten werden aufgrund der mit 5,7 Jahren vergleichsweise kurzen Halbwertszeit (Cs-137: 30 Jahre) zum Bezugszeitpunkt 01.01.2028 bereits stark abgeklungen sein, allerdings kann das Inventar an Co-60 in einzelnen Chargen immer noch einen nicht vollständig zu vernachlässigenden Beitrag zur Dosisleistung liefern. In Gebinden mit einer hohen Dosisleistung ($> 3\text{mSv/h}$ in 1 m Abstand) beträgt das Verhältnis zwischen dem Aktivitätsinventaren Cs-137:Co-60 mindestens 36:1.

Daher müssen beide Nuklide berücksichtigt werden. Andere Gammastrahlung emittierende Radionuklide wie Eu-154 wurden aufgrund ihrer niedrigen Emissionsenergie und damit vernachlässigbaren Beitrags zur Dosisleistung nicht weiter berücksichtigt.

Die Bestimmung der Dosisleistung der Gebinde erfolgte dann anhand des gewichteten Aktivitätsinventars unter Berücksichtigung der jeweiligen Abfallmatrix. Auf Basis diese Daten kann für jedes Gebinde die Dosisleistung bestimmt werden.

Zur Vereinfachung wurden die Gebinde auf Basis des jeweiligen Aktivitätsinventars in sechs Dosisleistungsklassen eingeteilt (siehe Abbildung 78). Dabei wurde für jede Charge (diese bestehen zum größten Teil aus nur jeweils einem Gebinde (DMT, 2017)) das gewichtete Aktivitätsinventar bestimmt und aufgetragen. Diese Dosisleistungsklassen sind in der Abbildung 78 durch horizontale Linien abgegrenzt. Dabei wird deutlich, dass der überwiegende Anteil der eingalgierten Gebinde den Dosisleistungsklassen 1 - 4 zuzuordnen sind, und verhältnismäßig wenige Gebinde den beiden Dosisleistungsklassen 5 und 6 angehören.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 119 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

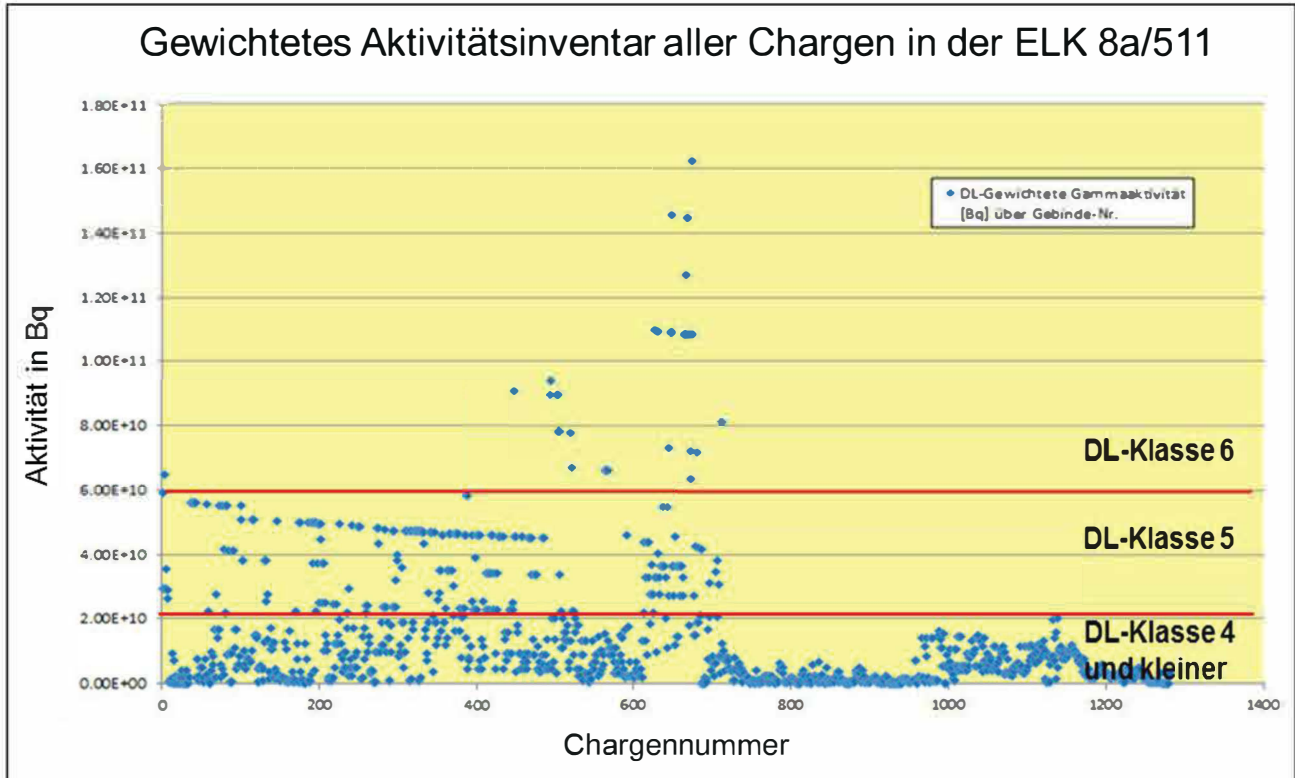


Abbildung 78: Einteilung der einzelnen Chargen in der ELK 8a/511 in Dosisleistungsklassen (DL-Klassen). Berücksichtigt wurden mit Co-60 und Cs-137 nur Radionuklide, die einen Beitrag zur Direktstrahlung liefern (Bezugsdatum 01.01.2028)

Aufgrund dieser Sachlage kann die Dosisleistung der einzelnen Gebinde im Vorfeld mit einer Genauigkeit bestimmt werden, die für die Auslegung der Abschirmungen ausreichend ist. Die Dosisleistung sowie die Anzahl der Gebinde in der jeweiligen Dosisleistungsklasse sind in der Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Maximale Dosisleistung und Anzahl der Gebinde in der entsprechenden Dosisleistungsklasse (Bezugsdatum 01.01.2028)

Dosisleistungs-klasse	Anzahl der Gebinde	Max. Dosisleistung mSv/h in 1 m Abstand
6	33	11,1
5	252	4,1
4	794	1,37
3	194	0,069
2	22	0,006
1	6	0
Summe	1301	

Im Zuge der Betrachtung der Größe der Umverpackung wurde bereits festgestellt, dass die Aufnahmekapazität der Umverpackung keinen wesentlichen Einfluss auf die Bewertungskriterien „Anzahl der Handhabungsvorgänge“ und „Lagervolumen“ hat (siehe Tabelle 3). In den weiteren Betrachtun-



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 120 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

gen wird dargestellt, welchen Einfluss die Auslegung der Abschirmung auf das Gewicht der Umverpackung hat. Dabei wird die Anzahl der zu untersuchenden Umverpackungen auf die Einzel-Umverpackung, die kleine Multi-Umverpackung mit einer Kapazität von zwei Gebinden sowie die große Multi-Umverpackung mit einer Kapazität von fünf Gebinden reduziert, da dies abdeckend für die weitere Auswahl der Umverpackung ist.

Für die Betrachtung der Abschirmung wurde aufgrund des bekannten Aktivitätsinventars der Abfälle unterstellt, dass die Dosisleistung allein auf Cs-137 zurückzuführen ist. Die höherenergetische Strahlung des Co-60 wurde für die Auslegung der Abschirmung über das gewichtete Aktivitätsinventar (s.o.) berücksichtigt. Eine gesonderte Betrachtung ist aufgrund des geringen Anteils am Gesamtinventar der Abfälle nicht erforderlich, da in allen eingelagerten Gebinden der Beitrag von Co60 zur gesamten Dosisleistung max. 3 % beträgt.

Als Abschirmmaterial wird sowohl Blei als auch Eisen betrachtet. Blei bietet aufgrund seiner geringen Halbwertsdicke eine hohe Abschirmwirkung bei vergleichsweise geringem Materialaufwand. Daraus resultiert ggf. auch ein geringeres Gesamtgewicht der Umverpackung. Allerdings sind die Materialkosten für Bleiabschirmungen höher als bei einer Abschirmung aus Eisen mit vergleichbarer Abschirmwirkung. Weiterhin kann Blei aufgrund seiner geringen mechanischen Stabilität anders als Eisen nicht als alleiniges Material für die Umverpackung genutzt werden und benötigt für die Nutzung als Abschirmmaterial für die hier geplanten Umverpackungen in jedem Fall Verstärkungen zum Erhalt der Struktur der Umverpackung. Diese werden bei der Betrachtung der Abschirmwirkung konservativ jedoch nicht berücksichtigt.

Im Folgenden sind für die drei unterschiedlichen Umverpackungen die Gewichte der erforderlichen Abschirmung bei der Nutzung von Blei und Eisen als Abschirmmaterial und das daraus resultierende Gesamtgewicht der beladenen Umverpackung zusammengestellt. Die Verwendung alternativer Materialien (z. B. abgereichertes Uran, Wolfram) ist möglich, sofern die Gewichts- und Größenanforderungen an die Abschirmung erfüllt werden, wird jedoch nicht weiter betrachtet.

Für das Gewicht eines aufzunehmenden Gebindes wird im Mittel 700 kg angenommen. Dabei kann es in einzelnen Fällen sein, dass dieses Gewicht in Abhängigkeit vom Abfallinventar (z. B. mit Beton vergossene Metallteile) überschritten wird. Begrenzt wird das Gewicht jedoch durch den in den Annahmebedingungen von 1976 festgelegten Wert von 1.000 kg je Gebinde.

Bei der Berechnung des Gewichts der leeren Umverpackung wird das Leergewicht des nicht abgeschirmten Behälters auf Basis der ungefähren Abmessungen und Materialstärken des für die mechanische Stabilität der Umverpackung erforderlichen Rahmens bestimmt. Außerdem wird das Gewicht der allseitigen Verkleidung, des Deckelsystems sowie der erforderlichen Innenbehälter in die Betrachtung des Leergewichts der Umverpackung mit einbezogen.

Für die in den nachfolgenden Tabellen zusammengefassten Berechnungen wird angenommen, dass jeweils nur Gebinde mit vergleichbarer Dosisleistung in die entsprechende Umverpackung eingestellt werden. Auf Basis der Daten aus der Datenbank Assekate wird chargenspezifisch betrachtet, welche minimale Abschirmstärke erforderlich ist, um das jeweilige Dosisleistungskriterium zu erfüllen. Dabei wird exemplarisch nur die Einzel-Umverpackung, die kleine Multi-Umverpackung (2 Gebinde) und die große Multi-Umverpackung (5 Gebinde) betrachtet. Eine detaillierte Betrachtung der kleinen Multi-Umverpackung (3 Gebinde) und der großen Multi-Umverpackung (4 Gebinde) erfolgt nicht weiter, da die Gewichte und Abmessungen dieser beiden Umverpackungen auf Basis der Daten für die beiden betrachteten Multi-Umverpackungen abgeschätzt werden können. Die kleine Multi-Umverpackung (3 Gebinde) und die große Multi-Umverpackung (4 Gebinde) weisen im Vergleich zu den anderen beiden Umverpackungen bezüglich Handhabung und Beladbarkeit schlechtere Eigenschaften auf: Die kleine Multi-Umverpackung (3 Gebinde) ist aufgrund der drei hintereinanderstehenden Gebinde sehr lang und damit im Vergleich schwerer handhabbar. Die Beladung



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 121 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

der große Multi-Umverpackung (4 Gebinde) muss aus geometrischen Gründen mit liegenden Gebinden erfolgen. Dies führt einerseits zu einem ungünstigen Verhältnis der Raumausnutzung in der Umverpackung, und andererseits zu erschwerten Beladungsbedingungen, da die geborgenen Gebinde mit einer Haltekonstruktion in ihrer Position fixiert werden müssen. Somit werden für die weiteren Betrachtungen der Umverpackung nur Einzel-Umverpackung, die kleine Multi-Umverpackung (2 Gebinde) und die große Multi-Umverpackung (5 Gebinde) berücksichtigt.

Umverpackung mit geringer Abschirmwirkung

Für die Umverpackung mit geringer Abschirmwirkung wird die Abschirmung für eine Kontaktdosisleistung < 3 mSv/h als Zielwert festgelegt.

Betrachtung der Einzel-Umverpackung

Das Gewicht der leeren Umverpackung beträgt 200 kg. Somit ergibt sich inkl. des aufgenommenen Gebindes ein Gesamtgewicht von 900 kg.

Tabelle 5: Gesamtgewicht der beladenen Einzel-Umverpackung mit Blei als Abschirmung

Gebindeanzahl	Dicke Blei [mm]	Gewicht der Abschirmung [kg]	Gesamtgewicht [kg]
19	20	980	1.880
126	15	730	1.630
536	10	490	1.390
199	5	250	1.150
448	-	- / -	900

Tabelle 6: Gesamtgewicht der beladenen Einzel-Umverpackung mit Eisen als Abschirmung

Gebindeanzahl	Dicke Eisen [mm]	Gewicht der Abschirmung [kg]	Gesamtgewicht [kg]
19	70	2.380	3.280
126	50	1.700	2.400
536	35	1.190	2.090
199	25	850	1.750
448	-	- / -	900

Betrachtung der kleinen Multi-Umverpackung (2 Gebinde)

Das Gewicht der leeren Umverpackung inkl. Innenbehälter beträgt 690 kg. Unter Berücksichtigung des Gewichts der beiden Gebinde von 1.400 kg beträgt das Gewicht der beladenen Multi-Umverpackung (2 Gebinde) 2.090 kg.

Tabelle 7: Gesamtgewicht der beladenen kleinen Multi-Umverpackung (2 Gebinde) mit Blei als Abschirmung

Gebindeanzahl	Dicke Blei [mm]	Gewicht der Abschirmung [kg]	Gesamtgewicht [kg]
19	20	1.520	3.610
126	15	1.140	3.130
536	10	760	2.850



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 122 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

199	5	380	2.470
448	-	-	2.090

Tabelle 8: Gesamtgewicht der beladenen kleinen Multi-Umverpackung (2 Gebinde) mit Eisen als Abschirmung

Gebindeanzahl	Dicke Eisen [mm]	Gewicht der Abschirmung [kg]	Gesamtgewicht [kg]
19	70	3.700	5.790
126	50	2.640	4.730
536	35	1.850	3.940
199	20	1.520	3.610
448	-	-	2.090

Betrachtung der großen Multi-Umverpackung (5 Gebinde)

Das Gewicht der leeren Umverpackung inkl. Innenbehälter beträgt 1.350 kg. Unter Berücksichtigung des Gewichts der fünf Gebinde von 3.500 kg beträgt das Gewicht der beladenen Multi-Umverpackung (5 Gebinde) 5.600 kg.

Tabelle 9: Gesamtgewicht der beladenen großen Multi-Umverpackung (5 Gebinde) mit Blei als Abschirmung

Gebindeanzahl	Dicke Blei [mm]	Gewicht der Abschirmung [kg]	Gesamtgewicht [kg]
19	20	3.000	8.600
126	15	2.240	7.840
536	10	1.500	7.100
199	5	750	6.350
448	-	-	5.600

Tabelle 10: Gesamtgewicht der beladenen großen Multi-Umverpackung (5 Gebinde) mit Eisen als Abschirmung

Gebindeanzahl	Dicke Eisen [mm]	Gewicht der Abschirmung [kg]	Gesamtgewicht [kg]
19	70	7.260	12.860
126	50	5.200	10.800
536	35	3.630	9.230
199	20	2.600	8.200
448	-	-	5.600

Zusammenfassung



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 123 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Die beladenen Umverpackungen in der Auslegungsvariante „Sperrbereich“ können Gewichte von bis zu 12.860 kg erreichen (siehe Tabelle 10). Diese Umverpackungen sind dann nicht mehr über den Schacht Asse 2 förderbar. Dies betrifft jedoch nur die große Multi-Umverpackung (5 Gebinde) mit einer Abschirmung von mindestens 50 mm Eisen. Alle anderen betrachteten Umverpackungen können hinsichtlich des Gewichtes sowohl über Schacht Asse 2 als auch Schacht Asse 5 gefördert werden, ggf. mit erforderlicher Umrüstung des Schachtes Asse 2 auf Sonderbetrieb für Transporte bis 10 t Gesamtgewicht. Die Förderung der großen Multi-Umverpackung über Schacht Asse 2 wurde aus geometrischen Gründen bereits ausgeschlossen (DMT, 2018).

Umverpackung mit hoher Abschirmwirkung

Die Umverpackung mit hoher Abschirmwirkung ist so ausgelegt, dass die Dosisleistung in 1 m Abstand maximal 0,1 mSv/h beträgt.

Betrachtung der Einzel-Umverpackung

Das Gewicht der leeren Umverpackung inkl. Innenbehälter und des aufgenommenen Gebindes beträgt 900 kg.

Tabelle 11: Gesamtgewicht der beladenen Einzel-Umverpackung mit Blei als Abschirmung

Gebindeanzahl	Dicke Blei [mm]	Gewicht der Abschirmung [kg]	Gesamtgewicht [kg]
19	44	2.150	3.050
126	35	1.700	2.600
536	25	1.220	2.120
199	21	1.020	1.920
448	-	- / -	900

Tabelle 12: Gesamtgewicht der beladenen Einzel-Umverpackung mit Eisen als Abschirmung

Gebindeanzahl	Dicke Eisen [mm]	Gewicht der Abschirmung [kg]	Gesamtgewicht [kg]
19	109	3.700	4.600
126	86	2.920	3.620
536	60	2.040	2.940
199	52	1.770	2.670
448	-	- / -	900

Betrachtung der kleinen Multi-Umverpackung (2 Gebinde)

Das Gewicht der leeren Umverpackung inkl. Innenbehälter und des aufgenommenen Gebindes beträgt 2.090 kg.

Tabelle 13: Gesamtgewicht der beladenen kleinen Multi-Umverpackung (2 Gebinde) mit Blei als Abschirmung

Gebindeanzahl	Dicke Blei [mm]	Gewicht der Abschirmung [kg]	Gesamtgewicht [kg]
19	44	3.350	5.440
126	35	2.660	4.750



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 124 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

536	25	1.900	3.990
199	21	1.600	3.690
448	-		2.090

Tabelle 14: Gesamtgewicht der beladenen kleinen Multi-Umverpackung (2 Gebinde) mit Eisen als Abschirmung

Gebindeanzahl	Dicke Eisen [mm]	Gewicht der Abschirmung [kg]	Gesamtgewicht [kg]
19	109	5.750	7.840
126	86	4.540	6.530
536	60	3.170	5.260
199	52	2.740	4.830
448	-		2.090

Betrachtung der großen Multi-Umverpackung (5 Gebinde)

Das Gewicht der leeren Umverpackung inkl. Innenbehälter und des aufgenommenen Gebindes beträgt 5.600 kg

Tabelle 15: Gesamtgewichte der beladenen großen Multi-Umverpackung (5 Gebinde) mit Blei als Abschirmung

Gebindeanzahl	Dicke Blei [mm]	Gewicht der Abschirmung [kg]	Gesamtgewicht [kg]
19	44	6.580	12.180
126	35	5.230	10.830
536	25	3.740	9.340
199	21	3.140	8.740
448	-	-	5.600

Tabelle 16: Gesamtgewichte der beladenen großen Multi-Umverpackung (5 Gebinde) mit Eisen als Abschirmung

Gebindeanzahl	Dicke Eisen [mm]	Gewicht der Abschirmung [kg]	Gesamtgewicht [kg]
19	109	11.300	16.900
126	86	8.920	14.520
536	60	6.630	11.820
199	52	5.400	11.000
448	-	-	5.600

Zusammenfassung

Die beladenen Umverpackungen der Auslegungsvariante „Konservativ“ können Gewichte von bis zu 16.900 kg erreichen (siehe Tabelle 16). Diese Umverpackungen sind dann nicht mehr über den Schacht Asse 2 förderbar. Dies betrifft sowohl die große Multi-Umverpackung (5 Gebinde) mit einer Abschirmung aus Eisen (siehe Tabelle 16) als auch die Umverpackungen mit einer Abschirmung von mindestens 35 mm Blei (siehe Tabelle 15). Alle anderen betrachteten Umverpackungen können hinsichtlich des Gewichtes sowohl über Schacht Asse 2 nach Umrüstung auf den 10 t-Betrieb als



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 125 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

auch über Schacht Asse 5 gefördert werden. Die Förderung der großen Multi-Umverpackung über Schacht Asse 2 wurde aus geometrischen Gründen bereits ausgeschlossen (DMT, 2018).

Bewertung der Abschirmung der Umverpackung

Insgesamt zeigt die Betrachtung der Abschirmung der Umverpackung, dass sowohl die Einzel-Umverpackung als auch die kleine Multi-Umverpackung über den Schacht Asse 2 als auch den Schacht Asse 5 gefördert werden können. Dabei ist es weder relevant, ob die Abschirmwirkung durch Blei oder Eisen hergestellt wird, noch die Abschirmwirkung hoch ist.

Eine Förderung der großen Multi-Umverpackung ist sowohl aus Gewichtsgründen als auch aufgrund der Abmessungen nur über den Schacht Asse 5 möglich.

Zusammenfassung und Vergleich der Umverpackung

In den vorhergehenden Abschnitten wurden die verschiedenen Arten der Umverpackungen (Einzel-Umverpackung, kleine Multi-Umverpackung (2 Gebinde) und große Multi-Umverpackung (5 Gebinde) detailliert betrachtet. In der Tabelle 17 sind die verschiedenen Umverpackungen hinsichtlich der nachfolgenden Kriterien bewertet:

- Anzahl der Schleusvorgänge,
- benötigtes Lagervolumen,
- Gewicht,
- Handhabbarkeit,
- Schachtgängigkeit Schacht Asse 2 und Schacht Asse 5 und
- Flexibilität der Nutzung für Gebinde und Haufwerk.

Tabelle 17: Kriterien zur Bewertung der Eignung der Umverpackung

Kriterium	Einzel-Umverpackung	Kleine Multi-Umverpackung	Große Multi-Umverpackung
Anzahl der Schleus- und Handhabungsvorgänge, benötigtes Lagervolumen	-	+	+
Gewicht	+	(+)	-
Handhabbarkeit	+	+	-
Schachtgängigkeit Schacht Asse 2 und Schacht Asse 5	+	(+)	-
Flexibilität der Nutzung für Gebinde und Haufwerk	-	+	+
+: vorteilhaft, (+): vorteilhaft mit Einschränkungen, -: Variante mit großen Nachteilen betroffen			

Insgesamt zeigt sich, dass die kleine Multi-Umverpackung (2 Gebinde) im Vergleich die meisten Vorteile bietet:

- die Anzahl der Schleus- und Handhabungsvorgänge reduziert sich im Vergleich zur Nutzung der Einzel-Umverpackung um die Hälfte,
- das Gewicht der Umverpackung inklusive Abschirmung ermöglicht eine effiziente Bergung, Handhabung, Transport und Lagerung,

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 126 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- die befüllte Umverpackung kann sowohl über Schacht Asse 2 als auch über Schacht Asse 5 gefördert werden,
- die Umverpackung kann beladungsspezifisch abgeschirmt werden und
- ermöglicht die flexible Aufnahme von intakten und beschädigten/deformierten Gebinden sowie von Schüttgütern.

Daher wird für die weiteren Planungen die kleine Multi-Umverpackung (2 Gebinde) mit einem entsprechenden Innenbehälter zu Grunde gelegt.

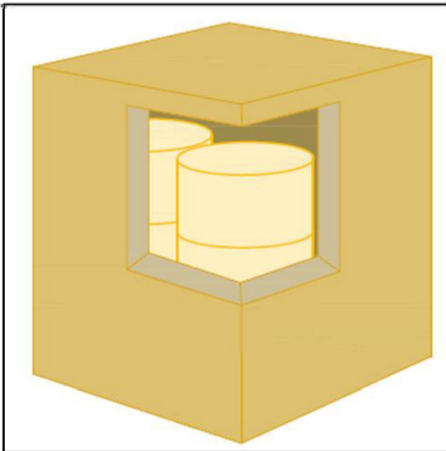


Abbildung 79: Ausgewählte Umverpackung: Kleine Multi-Umverpackung (2 Gebinde)

Optionen für die Wahl der Abschirmung

Neben der grundsätzlichen Auslegung der Abschirmung sollen weiterhin zwei Optionen für die Abschirmung miteinander verglichen werden:

- Option 1 beinhaltet die Nutzung der gleichen Abschirmung für alle Gebinde,
- Option 2 beinhaltet die Vorhaltung abgestimmter Abschirmungen für die entsprechenden Gebinde.

Bewertung der Option 1

Ein Vorteil der Option 1 ist die einfache Behälterlogistik. Da nur eine einzige Umverpackung vorgehalten werden muss, ist eine detaillierte Einsatzplanung für die Umverpackungen nicht erforderlich. Es muss nur eine ausreichende Anzahl an Umverpackungen vor Ort vorgehalten werden und in die Schleuse eingebracht werden. Weiterhin müssen die Gebinde in der Einlagerungskammer nicht entsprechend ihrer Dosisleistung sortiert werden, d. h. der Aufwand für die Sortierung entfällt.

Nachteilig bei Option 1 ist, dass die Abschirmung für einen Großteil der zu bergenden Gebinde überdimensioniert ist. Berechnungen zeigen, dass die Stärke der Abschirmung für 998 Gebinde (ca. 77 %) nicht erforderlich ist. Damit werden die Materialkosten für Umverpackung durch die starke Abschirmung sehr hoch. Außerdem wird durch das hohe Gewicht der Abschirmung in vielen Fällen zusätzliches, aus Strahlenschutzgründen nicht erforderliches Material gehandhabt.

Auf Basis der Daten aus der Datei Assekat lässt sich abschätzen, dass bei der Wahl einer kleinen Multi-Umverpackung (2 Gebinde) mit einer Bleiabschirmung für die Abschirmvariante „Sperrbereich“

- nur 19 Gebinde eine Abschirmung der Umverpackung von 20 mm Blei benötigen,
- 126 Gebinde eine Abschirmung der Umverpackung von 15 mm Blei benötigen,
- für 727 Gebinde eine Abschirmung von 10 mm Blei ausreichend ist und
- 429 Gebinde überhaupt keine Abschirmung benötigen



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 127 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Anhand dieser Daten wird deutlich, dass die Nutzung der Option 1 zu einem erheblich höheren Materialaufwand führt, der aufgrund der zu erwartenden Dosisleistung an der Außenseite der Umverpackungen in den meisten Fällen nicht erforderlich ist sowie aufgrund des hohen Gewichtes die Handhabung der Umverpackung erschwert.

Bewertung der Option 2

Die Vorteile der Nutzung der Option 2 ergeben sich direkt aus den Nachteilen der Option 1. Durch die angepasste Abschirmung ergeben sich geringere Behälterkosten sowie ein geringeres Gesamtgewicht. Überschlägige Betrachtungen zeigen, dass bei der Wahl einer kleinen Multi-Umverpackung (2 Gebinde) mit einer Bleiabschirmung für die Abschirmvariante „Sperrbereich“ ca. 580 t weniger Material als bei Option 1 bewegt werden müssen.

Die Option 2 erfordert es jedoch, dass entsprechende Umverpackungen für die jeweils geborgenen Abfälle zur Verfügung stehen. Damit erhöht sich der Logistikaufwand, da für alle Abfälle die jeweils am besten geeignete Umverpackung vorgehalten werden muss. In der Praxis lässt sich dieser Aspekt berücksichtigen, in dem für die Abfälle insgesamt vier verschiedene Umverpackungen mit einer entsprechend abgestuften Abschirmstärke vorgehalten werden. Die jeweilige Anzahl der Umverpackungen kann bereits auf Basis der Daten aus der Datenbank Assekat bestimmt werden. Die Auswahl der geeigneten Umverpackung erfolgt dann auf Basis der entsprechenden Dosisleistung der geborgenen Abfälle. Da diese, wie bereits im Vorfeld beschrieben, in einen Innenbehälter eingestellt werden sollen, muss bei diesem Handhabungsvorgang bereits eine Vorsortierung der geborgenen Abfälle innerhalb der Einlagerungskammer erfolgen. Dazu werden innerhalb der Einlagerungskammer verschiedene Innenbehälter vorgehalten, in denen eine gewisse Sortierung der Gebinde entsprechend der Dosisleistung erfolgt. Somit kann für die jeweils beladenen Innenbehälter die jeweils passende Umverpackung vor dem Ausschleusen bereitgestellt werden. Der zusätzliche Aufwand für die Sortierung wird als gering eingestuft, da die Gebinde zum Zweck der Bergung in jedem Fall gehandhabt werden müssen. Bei Umsetzung einer Vorsortierung der Abfälle in der Einlagerungskammer ist jedoch zu berücksichtigen, dass die entsprechenden Abstellflächen für die Innenbehälter zur Verfügung stehen.

Zusammenfassung

Für die weitere Planung wird die Auslegung der Umverpackung nach der Auslegungsvariante „Sperrbereich“ herangezogen. Diese ist unter Berücksichtigung des hohen Automatisierungs- und Fernbedienungsgrades der Rückholung aus Sicht des radiologischen Arbeitsschutzes ausreichend, um einen ausreichenden Schutz des Personals auch im Interventionsfall sicherzustellen.

Die Abschirmung wird entsprechend der jeweiligen Dosisleistung der entsprechenden Gebinde im Innenbehälter festgelegt, dabei wird eine Vorsortierung der Abfallgebände in entsprechende Innenbehälter innerhalb der ELK 8a/511 vorgenommen.

Unter den vorgenannten Voraussetzungen werden für 19 Gebinde eine Abschirmung der Umverpackung von 20 mm Blei, für 126 Gebinde eine Abschirmung der Umverpackung von 15 mm Blei benötigt. Für die restlichen 1.156 Gebinde ist eine Abschirmung von 10 mm Blei ausreichend. Für diese Gebinde kann ggf. die Bleiabschirmung durch Eisen ersetzt werden, falls sich hierdurch Kostenvorteile ergeben.

Weiterhin ist bei dieser Option eine Umrüstung des Schachtes Asse 2 auf Sonderbetrieb für Transport bis 10 t Gesamtgewicht nicht erforderlich.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 128 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

8 TRANSPORT

Der Transport bei der Rückholung der MAW-Gebinde unterscheidet sich von dem des Offenhaltungsbetriebs in erster Linie dadurch, dass zusätzlich Maschinen und Bauteile für die Rückholung in das Grubengebäude und umverpackte Gebinde aus dem Grubengebäude hinausgebracht werden müssen. Das Kapitel Transport umfasst die Transportwege, die Transportmittel sowie die zu transportierenden Güter. Der untertägige Transport umfasst den Bereich zwischen der Äußeren Schleuse und den Schächten Asse 2 bzw. Asse 5. Die Handhabung der radioaktiven Abfälle innerhalb der ELK 8a/511 ist im Kapitel 6 dargestellt, der Transport der radioaktiven Abfälle innerhalb des Schleusenbereiches ist im Kapitel 7 beschrieben.

8.1 TRANSPORT ALLGEMEIN

8.1.1 Transportwege

Als Transportwege stehen die in Kapitel 4 beschriebenen Aus- und Vorrichtungstrecken sowie die Schächte Asse 2 bzw. Asse 5 zur Verfügung. Insgesamt wurden vier Aus- und Vorrichtungsvarianten betrachtet, jeweils zwei zum Schacht Asse 2 (Abbildung 35 und Abbildung 36) und zum Schacht Asse 5 (Abbildung 37 und Abbildung 38).

Der übertägige Transport erfolgt vom Förderkorb bis zum Transportbereitstellungsplatz auf dem Betriebsgelände. Die Schachtförderung selbst ist nicht Gegenstand der Konzeptplanung, wohl aber die Be- und Entschickung des Förderkorbes.

Es ist zu unterscheiden, ob es sich um einen im Bergbau üblichen Transport von Personen, Maschinen, Haufwerk usw. handelt oder um den Transport von umverpackten radioaktiven Abfällen wie Gebinden oder Schüttgütern. Entsprechend der Planungsrandbedingung (keine Nutzung dieselbetriebener Fahrzeuge) basiert die Transporttechnik in der Konzeptplanung auf elektrisch betriebenen Fahrzeugen.

8.1.2 Transport umverpackter Gebinde

Zur Vermeidung und Reduzierung der Strahlenexposition des Personals ist ein automatisiert durchgeführter Transport der mit radioaktiven Abfällen beladenen Umverpackungen zu bevorzugen. Hierin besteht der wesentliche Unterschied zum sonstigen Transport, der manuell durchgeführt werden kann. Grundsätzlich können gleisgebundene oder gleislose Fahrzeuge eingesetzt werden. Zu beachten ist hierbei, dass entsprechend der Planungsrandbedingungen die Größe des Transportfahrzeuges bei Nutzung bestehender Grubenbaue als Transportweg (z. B. die **Wendelstrecke**) an die Streckenkontour und Krümmungsradien angepasst werden. Eine Umverpackung weist eine Grundfläche von ca. 2 m x 1 m auf. Für den Transport von vier beladenen Umverpackungen (max. 8 Gebinde) sollte die Ladefläche des Fahrzeugs rd. 4,2 m x 2,2 m groß sein. Unter diesen Annahmen wird die erforderliche Fahrzeuggröße zu rd. 5 m Länge und 2,5 m Breite abgeschätzt. Das Fahrzeug sollte möglichst niedrigbauend sein, damit im Falle eines Transportunfalls die potenzielle Absturzhöhe der Umverpackungen gering ist. Fahrzeuge von 5 m Länge und 2,5 m Breite können ohne Schwierigkeiten durch die auf der Schachtanlage Asse II üblichen Streckenquerschnitte und Streckenradien bewegt werden. Welche Transportmittel sich am besten eignen, hängt davon ab, welcher Schacht bzw. welcher Transportweg bevorzugt wird und ist in den Kapiteln 8.2 und 8.3 beschrieben.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 129 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

8.1.3 Sonstiger Transport

Der sonstige Transport beinhaltet im Wesentlichen:

- Transport von Maschinen (u. a. für die Streckenauffahrung, das Öffnen und Sichern der Einlagerungskammer sowie das Bergen von Gebinden),
- Transport von Materialien und Geräteteilen,
- Transport von Personen,
- Transport von Haufwerk.

Der Transport von Maschinen bedarf keiner zusätzlichen Transportfahrzeuge. Teilschnittmaschinen zur Streckenauffahrung sind mit einem Raupenfahrwerk ausgestattet und können sich ohne zusätzliches Transportfahrzeug bewegen. Das Multifunktionsgerät zum Öffnen und Sichern der Einlagerungskammer sowie zum Bergen der Gebinde (Grundkonzept) kann als Raupenfahrzeug oder als radbetriebenes Fahrzeug ausgelegt werden und kann sich ebenfalls selbstständig durch das Grubengebäude bewegen.

Im Unterschied hierzu müssen Geräteteile z. B. für den Aufbau des Kranes beim Alternativkonzept oder für Bau der Schleusen und deren Einrichtung mittels eines Transportmittels zum Bestimmungsort gebracht werden. Hierzu sind im Bergbau übliche Transportfahrzeuge grundsätzlich geeignet wie z. B. shuttle cars oder Multifunktionstransporter (Abbildung 80). Der Transport von Personal kann ebenfalls mittels dieser Transporter durchgeführt werden.



Abbildung 80: Multifunktionstransporter (Quelle: Herbst SMAG Mining Technologies)

Im Unterschied zu den Fahrzeugen für den Transport der beladenen Umverpackungen müssen diese Multifunktionstransportfahrzeuge nicht automatisiert/fernbedienbar sein. Gleislosfahrzeuge haben gegenüber schienengeführten Fahrzeugen wie z. B. einer Einschienenhängebahn (Abbildung 82) den Vorteil, dass auf den Einbau von Schienen verzichtet werden kann, die den Nutzungsquerschnitt von Grubenbauen vermindern. Eine Verminderung des Streckenquerschnittes kann nachteilig sein, wenn die Transportstrecken auch für den Offenhaltungsbetrieb benötigt werden.

Der Transport von Haufwerk aus der Streckenauffahrung, kann wie bereits in Kapitel 4.5.2 beschrieben mittels eines Fahrladers erfolgen (Abbildung 42).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 130 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

8.2 TRANSPORT DER UMPERPACKUNGEN BEI RÜCKHOLUNG ÜBER SCHACHT ASSE 2

Ein Transport der umverpackten radioaktiven Abfälle über Schacht Asse 2 bietet den Vorteil, dass neben der kürzeren Gesamttransportstrecke – insbesondere hinsichtlich der vertikalen Förderung – Einsparpotenziale bestehen. Im Gegensatz dazu werden bei einer Förderung über Schacht Asse 5, bei der die Umverpackungen zunächst annähernd 100 m nach unten transportiert, um sie anschließend nach oben zu transportieren. Voraussetzung für einen Transport über Schacht Asse 2 ist, dass sowohl eine sichere Beschickung des Förderkorbes gewährleistet ist als auch eine atomrechtliche Genehmigung für diese Transportmöglichkeit vorliegt. Bei einer Bergung der Gebinde über Schacht Asse 2 erfolgt der Transport der umverpackten Gebinde von der ELK 8a/511 über das Zielgebiet bis hin zum Füllort am Schacht Asse 2 (siehe Abbildung 81). Der Transport erfolgt abschnittsweise sählig bzw. steigend je nach Ausrichtungsvariante mit einer Steigung zwischen 5 % und 10 % (vgl. Kapitel 4).

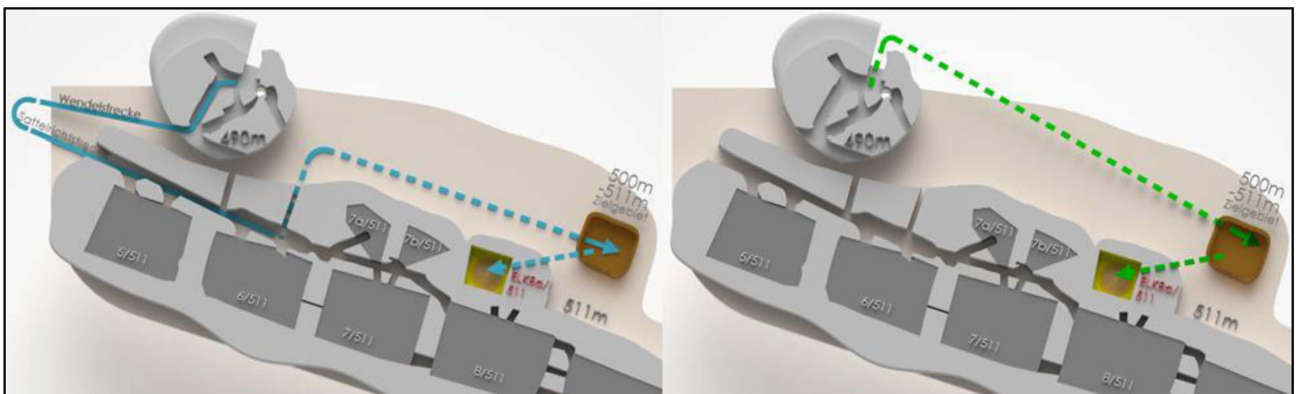


Abbildung 81: Transportwege bei Rückholung über Schacht Asse 2 (linke Darstellung: Ausrichtungsvariante 1, rechte Darstellung: Ausrichtungsvariante 2)

Die Ausrichtungsvariante 1 (Abbildung 81, links) verläuft über zum Teil vorhandene Strecken wie die Richtstrecke nach Osten auf der 511-m-Sohle und die Wendelstrecke. Die gesamte Transportlänge von der ELK 8a/511 bis zum Schacht Asse 2 beträgt in diesem Fall rd. 650 m. Bei der Ausrichtungsvariante 2 (Abbildung 81, rechts), die ausschließlich über neu aufzufahrende Strecken erfolgt, ist die Transportlänge von rd. 300 m nur etwa halb so lang wie die bei der Ausrichtungsvariante 1.

In beiden Varianten können zum Transport Gleislof Fahrzeuge oder auch eine Einschienenhängebahn (EHB) eingesetzt werden. Der Einsatz einer Einschienenhängebahn (Abbildung 82) hat gegenüber Gleislof Fahrzeugen den Vorteil, dass die umverpackten Gebinde direkt (ohne Umschlag am Schacht) in den Förderkorb gefahren werden können (vgl. Kapitel 8.4). Nachteilig ist, insbesondere bei der Ausrichtungsvariante 1 aufgrund der Transportlänge, der Aufwand für die Installation der Schienen für eine EHB. Darüber hinaus vermindert die Installation von Schienen in der Wendelstrecke deren Nutzungsquerschnitt, was den Offenhaltungsbetrieb beeinträchtigen kann. Eine elektrisch oder auch seilbetriebene EHB ist für den grünen Weg zum Schacht Asse 2 (Abbildung 81) ein geeignetes Transportmittel.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 131 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		



Abbildung 82: Einschienehängbahn (Quelle: Becker Mining Europe GmbH)

Elektrobetriebene Gleislosfahrzeuge gibt es sowohl batteriebetrieben als auch kabelgebunden. Kabelgebundene Fahrzeuge sind leistungstärker, haben aber den Nachteil, dass ihre Reichweite auf ca. 300 m begrenzt ist. Bei der Ausrichtungsvariante 2 können insbesondere dann kabelgebundene Fahrzeuge problemlos eingesetzt werden, wenn sich die Elektrostation auf halber Fahrstrecke befindet. Bei der Ausrichtungsvariante 1 dagegen wird auch bei einer auf halber Fahrstrecke installierten Elektrostation der Grenzbereich der Reichweite kabelgebundener Fahrzeuge erreicht. Hier sind batteriebetriebene Fahrzeuge von Vorteil.

Aufgrund der Größe des Förderkorbes und der im Normalbetrieb zur Verfügung stehenden Traglast von 5 Tonnen kann über den Schacht Asse 2 nur eine beladene Umverpackung gefördert werden. Das Gewicht einer solchen Einheit beträgt zwischen 3,5 t und 5 t (vergleiche. Kapitel 7.2.3). Infolge dessen ist für das Transportfahrzeug eine Auslegung der Ladekapazität auf 5 t ausreichend.

Zur Reduzierung der Strahlenexposition des Personals ist ein automatisiert durchgeführter Transport der umverpackten Gebinde zu bevorzugen, was zudem den Vorteil hat, dass auf eine abgeschirmte Fahrerkabine verzichtet werden kann, die das Gesamtgewicht des Fahrzeugs um bis zu ca. 5 Tonnen erhöhen würde. Unter diesen Voraussetzungen ist der Einsatz von batteriebetriebenen Fahrzeugen problemlos möglich.

8.3 TRANSPORT DER UMVERPACKUNGEN BEI RÜCKHOLUNG ÜBER SCHACHT ASSE 5

Bei Nutzung des Schachtes Asse 5 für die Rückholung der MAW-Gebinde erfolgt der Transport je nach Ausrichtungsvariante entweder vom Zielgebiet über die Richtstrecke nach Osten auf der 511-m-Sohle (Ausrichtungsvariante 3, Abbildung 83 oben) oder über die Umtriebe am Schacht Asse 2 (Ausrichtungsvariante 4, Abbildung 83 unten) zur Wendelstrecke und weiter über den neu aufzufahrenden Streckenabschnitt auf der 595-m-Sohle zum Füllort am Schacht Asse 5.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 132 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

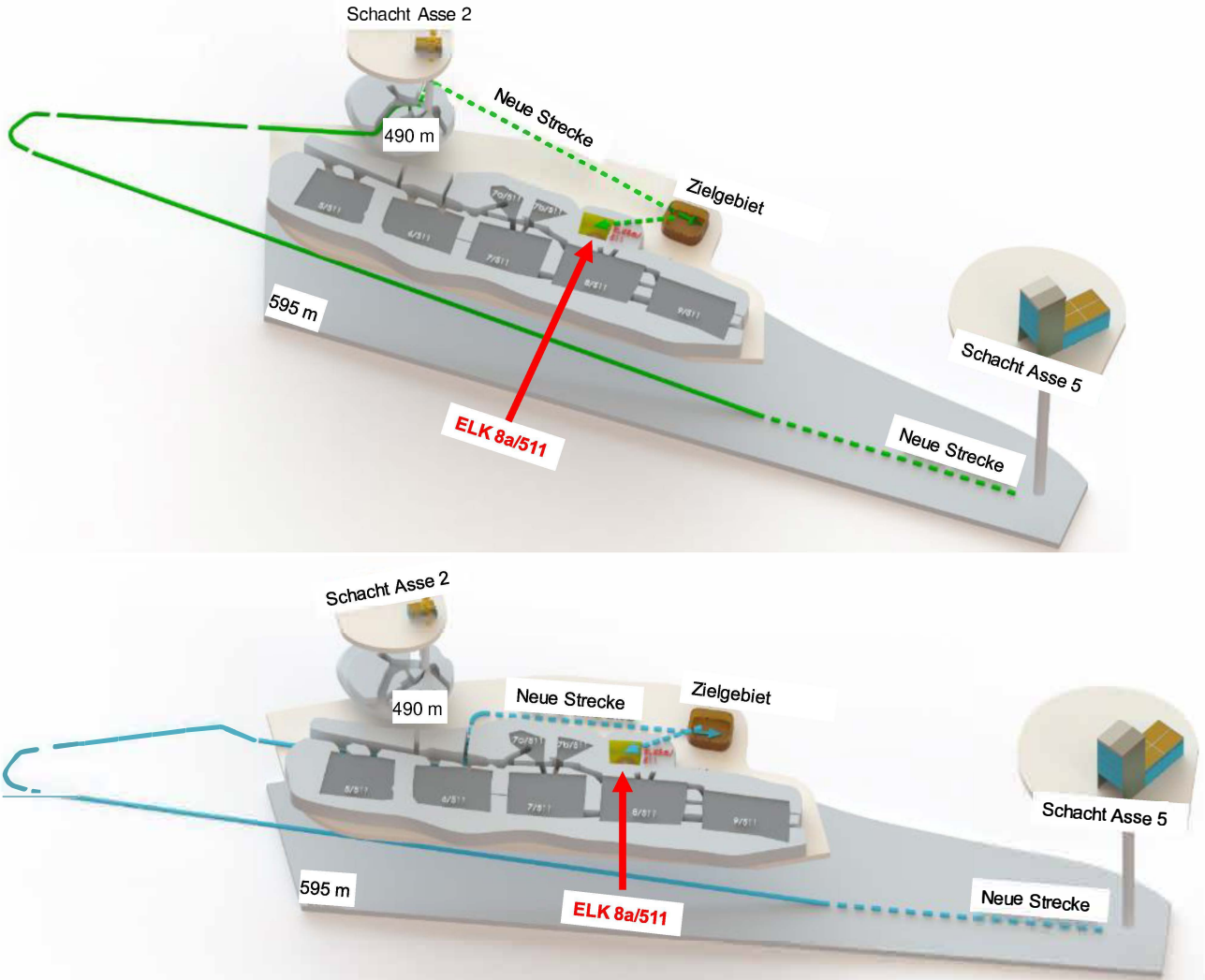


Abbildung 83: Transportwege bei Rückholung über Schacht Asse 5 (obere Darstellung: Ausrichtungsvariante 3, untere Darstellung: Ausrichtungsvariante 4)

Für eine Rückholung über den Schacht Asse 5 können bei Einsatz eines Transportfahrzeuges mit einer Nutzlast von 20 t vier beladene Umverpackungen (bei Nutzung der in Kapitel 7.2.3 empfohlenen kleinen Multi-Umverpackung) gleichzeitig transportiert werden (Abbildung 84).



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 133 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

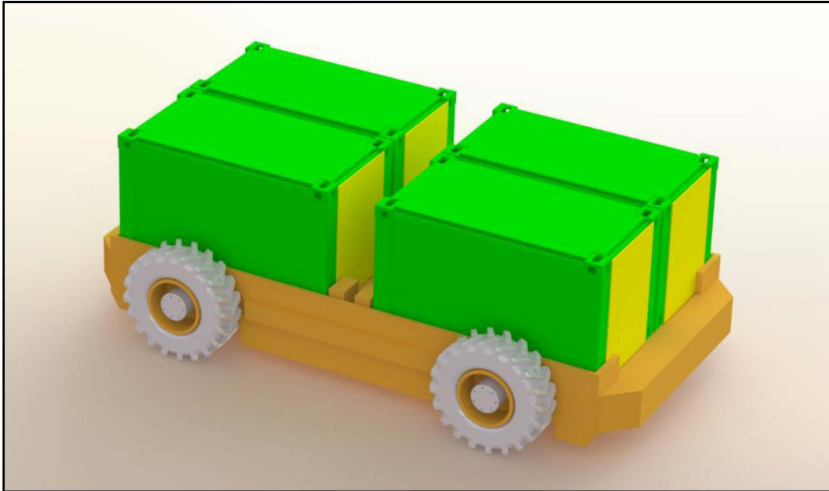


Abbildung 84: Beispiel eines elektrobetriebenen Transportfahrzeuges für umverpackte Gebinde

Bei der Ausrichtungsvariante 3 (Abbildung 83, oben) können die umverpackten Gebinde horizontal bzw. abwärts (über die Wendelstrecke) zum Schacht Asse 5 transportiert werden. Ein Abwärtstransport ist wegen des geringen erforderlichen Energieaufwandes beim Einsatz batteriebetriebener Fahrzeuge von großem Vorteil. Batteriebetriebene Fahrzeuge haben gegenüber kabelgebundenen Elektrofahrzeugen den Vorzug, dass auf das Mitführen der erforderlichen Kabeltrommel verzichtet werden kann. Die Reichweite kabelgebundener Fahrzeug liegt bei rd. 300 m. Dies hätte zur Folge, dass bei einem Transport zum Schacht Asse 5 unterwegs mehrere Elektrostationen eingerichtet werden müssen, in denen das Kabel des Transportfahrzeuges umgesteckt werden kann.

Bei der Ausrichtungsvariante 4 (Abbildung 83, unten) werden die umverpackten Gebinde von der Einlagerungskammer aus zunächst annähernd sählig (bis ins Zielgebiet) und anschließend aufwärts bis ins Niveau der 490-m-Sohle transportiert. Die rd. 250 m lange Fahrstrecke vom Zielgebiet bis in das Niveau der 490-m-Sohle wird, je nachdem ob der Anschluss an die Kammerfirste oder die Kammersohle erfolgt, eine Steigung von 5 % bzw. 10 % haben. Ein batteriebetriebener Transport von vier beladenen Umverpackungen mit einem Gewicht von insgesamt 20 t über 250 m Länge bei 10 % Steigung ist technisch machbar aber anspruchsvoll. Zu berücksichtigen ist das zusätzliche Gewicht der hierzu benötigten Batterien von etwa 4 t. Es können leichtere Batterien eingesetzt werden, wenn das Fahrzeug mit einer Steighilfe ausgestattet wird. Dies kann z. B. eine Seilwinde sein, die am Ende der Steigung installiert wird. Alternativ besteht die Möglichkeit die umverpackten Gebinde bis ins Niveau der 490-m-Sohle wie bei einer Förderung über Schacht Asse 2 mittels einer Einschienenhängebahn zu transportieren und dort auf ein batteriebetriebenes Fahrzeug umzuladen, das die umverpackten Gebinde „energiesparend“ sählig bzw. abwärts zum Schacht Asse 5 transportiert.

8.4 BE- UND ENTSCHICKUNG

Am Füllort erfolgt die Übergabe der beladenen Umverpackungen vom Transportmittel in den Förderkorb des jeweiligen Förderschachtes. Unter Beschickung versteht man das Beladen der Umverpackungen in den Förderkorb, unter Entschickung das Entladen des Förderkorbes. Die Entladevorrichtungen über Tage und unter Tage sind häufig nach demselben Prinzip gestaltet.

Zur Optimierung der Arbeitsabläufe und Vermeidung zusätzlicher Umschläge der Umverpackungen am Schacht ist eine Kombination der Transportmittel mit der Beschickungseinrichtung sinnvoll. Des

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 134 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Weiteren erfolgt die Beschickung des Förderkorbes zur Optimierung des Arbeitsschutzes automatisiert.

Die Auslegung der Beschickungseinrichtung hängt vom eingesetzten Transportmittel ab. Erfolgt der Transport mittels Einschienenhängebahn zum Schacht, so besteht die Möglichkeit, die beladenen Umverpackungen direkt in den Förderkorb zu transportieren (siehe Abbildung 85). Hierbei fährt die EHB die beladene Umverpackung vollständig in den Förderkorb. Dies kann automatisiert und mannlos durchgeführt werden. Die Beschickungsvariante wird bei einer Förderung über Schacht Asse 2 bevorzugt, da auf ein Umladen der Umverpackungen am Schacht verzichtet werden kann.

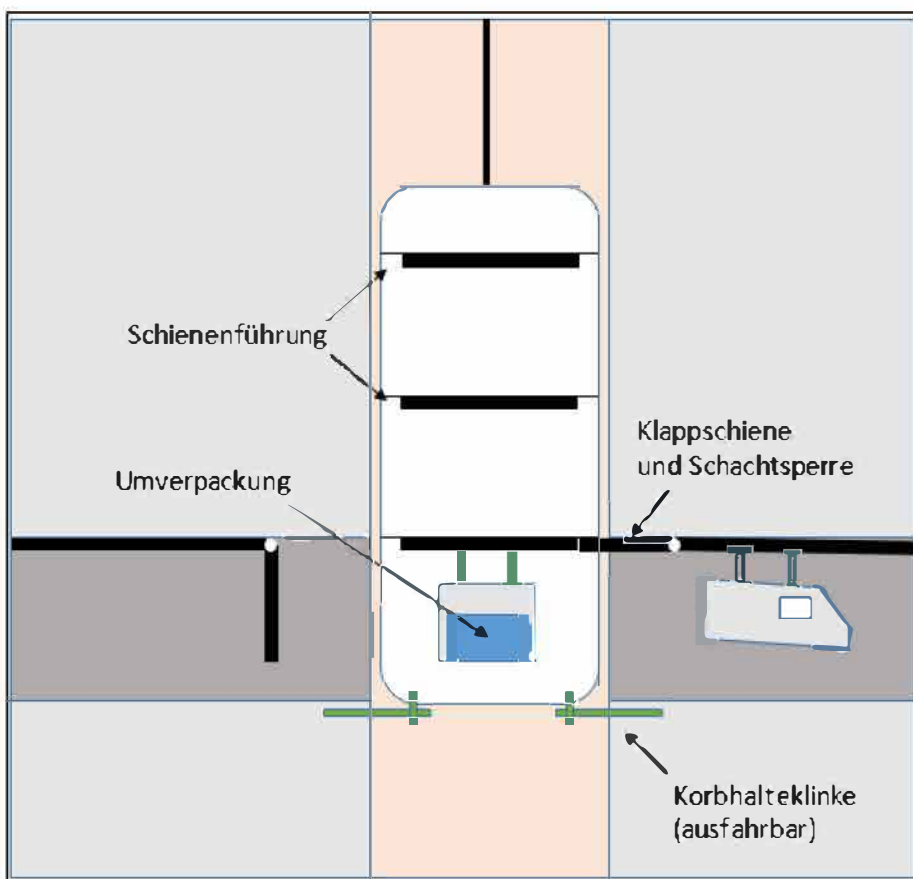


Abbildung 85: Prinzipskizze Be- und Entschickung mittels EHB

Bei einer Rückholung über Schacht Asse 5 wird der Einsatz von Flurfahrzeugen bevorzugt, da ansonsten in der Wendelstrecke Schienen installiert werden müssten. Dies stellt nicht nur im Verhältnis zu der geringen Anzahl der durchzuführenden Transporte einen hohen Aufwand dar, sondern könnte auch zu einer Beeinträchtigung des Offenhaltungsbetriebes führen.

Beim gleichzeitigen Transport von vier beladenen Umverpackungen kann deren Gesamtgewicht bis zu 20 Tonnen betragen. Ferner zu berücksichtigen ist ein Fahrzeuggewicht von zusätzlichen 20 Tonnen oder sogar mehr, wenn es batteriebetrieben ist. Für die Förderung eines mit vier Umverpackungen beladenen Transportfahrzeuges ist auch die Kapazität des Schachtes Asse 5 ggf. nicht ausreichend. Folglich müssen die Umverpackungen im Füllort umgeladen werden. Dies kann beispielsweise mittels eines Kranes auf schienengeführte Wagen erfolgen.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 135 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Die beladenen **W**agen werden auf Schienen vollständig in den Förderkorb geführt, wo sie anschließend automatisch bzw. automatisiert für die Förderung nach über Tage gesichert werden. Sowohl der bestehende Schacht Asse 2, als auch den geplanten Schacht Asse 5 müssen für diese Art der Förderung mit Schienen ausgestattet werden.

Für die Beschickungseinrichtung gilt in Hinsicht auf die Sicherheit besondere Maßnahmen. So muss beim Aufschieben der Umverpackungen eine Kollision zwischen diesen ausgeschlossen werden. Hierzu dient eine Aufschiebestrecke, die nur für einen **W**agen zugelassen wird und Kollisionen vermeidet. Diese Methode ist bewährt und kann automatisiert und mannos durchgeführt werden.

Nach der Förderung der Gebinde über den Schacht Asse 2 oder den Schacht Asse 5 zu Tage werden die Umverpackungen mittels einer Entschickungseinrichtung aus dem Förderkorb entladen. Für das Entladen der Umverpackungen kann ein flurgebundenes Fahrzeug wie beispielsweise ein Stapler verwendet werden. **W**erden schienengeführte **W**agen verwendet, so werden diese über Tage auf Gleisen abgeführt. Hierbei müssen wie bei der Beschickungseinrichtung mittels einer Abschiebestrecke Kollisionen zwischen den Umverpackungen ausgeschlossen werden. Anschließend werden die Umverpackungen mittels geeigneter Fahrzeuge z. B. Stapler oder Shuttlecar zum Transportbereitstellungsplatz gefördert.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 136 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

9 VERSCHLIEßEN DER ELK 8A/511

Nach Leerung der Einlagerungskammer werden die für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle eingerichteten Arbeitsbereiche und Schleusen soweit wie möglich rückgebaut. Innerhalb der Einlagerungskammer erfolgt eine Messung des anstehenden Salzgesteins bzw. des Salzgrus auf Kontamination und auf ggf. vorhandene Dosisleistung. Im Zuge weiterer Planungen wird geprüft, welche Maßnahmen erforderlich sind, um eine Gefährdung der Biosphäre auszuschließen. Dabei wird berücksichtigt, dass mögliche Maßnahmen nicht dem später zur Schließung der Schachtanlage Asse II erforderlichen Langzeitsicherheitsnachweis entgegenstehen. Die Führung des Langzeitsicherheitsnachweises ist jedoch nicht Gegenstand dieses Konzeptes und wird separat durchgeführt.

Sollten kontaminierte Materialien wie beispielsweise durch das Bereißen von Firste und Stößen entstandenes Haufwerk nicht in der ELK verbleiben können, werden diese je nach Zustand entweder direkt unter Tage (z. B. als Baustoff) verwertet oder wie die radioaktiven Abfälle in den Umverpackungen nach über Tage transportiert. Haufwerk wird unter Tage radiologisch und stofflich charakterisiert werden, um festzustellen, ob es für eine Verwertung unter Tage geeignet ist. Die Eignung des Haufwerks für die Verwertung vor allem als Baustoff umfasst insbesondere die Aspekte chemische Zusammensetzung, physikalische Eigenschaften sowie Kontaminationen durch radioaktive und/oder chemotoxische Stoffe. Im Falle einer möglichen Weiterverarbeitung müssen die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften des Haufwerks den Qualitätsanforderungen an Baustoffe für Verfüllmaßnahmen genügen.

Inwiefern Geräte innerhalb der ELK 8a/511 verbleiben, hängt von dem Kontaminationsgrad und vom Gefährdungspotenzial beim Rückbau der Anlagen sowie ggf. möglicher Rückwirkungen auf den Langzeitsicherheitsnachweis ab. Maschinen und Einrichtungen, die für eine weitere Nutzung vorgesehen sind, können gereinigt, freigemessen, gewartet und konserviert werden.

Darüber hinaus soll die geleerte Einlagerungskammer versetzt werden, um das Gebirge im Bereich der ELK 8a/511 zu stabilisieren. **Die Anforderungen an das Versatzgut werden im Zuge der weiteren Planungen z.B. mit Hilfe von geotechnisch-numerischen Modellen ermittelt und müssen ggf. bereits während des Versetzens berücksichtigt werden.**

Bevor die ELK 8a/511 verfüllt werden kann, muss zunächst ein Widerlager erstellt werden, das dem hydraulischen Druck des noch fließfähigen Sorelbetons standhält. Dafür bietet sich die Zugangsstreckensicherung (siehe Kapitel 12.5) an, die nun vollständig errichtet und gefüllt wird. Erst danach kann über Bohrungen Sorelbeton in die ELK 8a/511 eingebracht werden. Hierfür bieten sich auch das Beschickungsbohrloch und die Begleitbohrlöcher in der Firste der ELK 8a/511 an. Diese werden zunächst zur Befüllung sowie zur Entlüftung genutzt und anschließend ebenfalls verfüllt.

Das Verschließen der geleerten ELK 8a/511 sieht die systematische Verfüllung der ausschließlich für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle genutzten Bereiche des Grubengebäudes vor. Dazu gehören neben der ELK 8a/511 die Grubenbaue, die zum Schleusen, Transportieren oder Lagern aufgefahren wurden, sofern sie nicht für andere Tätigkeiten des Offenhaltungsbetriebs weitergenutzt werden. Die Verfüllung dient in erster Linie der Stabilisierung des Grubengebäudes, einer Verminderung der Pfeilerstauchungsraten und einer Vermeidung möglicher Senkungen an der Tagesoberfläche als Folge der Konvergenz der Resthohlräume. Die Verfüllmaßnahmen der ELK 8a/511 müssen mit den anderen Verfüllmaßnahmen in der Schachtanlage Asse II abgestimmt werden. Hierbei sind die Aspekte der Notfall- und Vorsorgemaßnahmen und der nach der Rückholung der Abfälle notwendige Langzeitsicherheitsnachweis zu berücksichtigen.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 137 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Auf der Schachtanlage Asse II werden aktuell Verfüllmaßnahmen unter Verwendung von Sorelbeton durchgeführt. Es handelt sich um einen intern güte-überwachten Baustoff. Der Sorelbeton wird in Baustoffanlagen mit verschiedenen Rezepturen hergestellt.

Sollten nach Leerung der ELK 8a/511 neben der Stabilisierung des Grubengebäudes keine wesentlichen Anforderungen an die Qualität der Verfüllung gestellt werden, ist der Einsatz jeder der Rezepturen möglich. Das schließt insbesondere die Möglichkeit ein, das während der Auffahrung der Ausrichtungs- und Kammerzugangsstrecken angefallene Salz zu verwenden.

Anforderungen an die Verfüllung sowie Nachweise, die sich aus den Vorgaben zur Stilllegung der Schachtanlage Asse II ergeben, sind entsprechend zu berücksichtigen.

Nach der Verfüllung der ELK 8a/511 werden die weiteren, für die Rückholung der MAW-Gebinde aufgefahrenen Grubenräume ebenfalls verfüllt. Sollten Teile der Ausrichtungsstrecken nach Beendigung der Kammerleerung bei entsprechendem Bedarf dem Offenhaltungsbetrieb zur Verfügung gestellt werden, sind die Verfüllmaßnahmen sowie die Teilmaßnahme Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle nach der Verfüllung der ELK 8a/511 abgeschlossen.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 138 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

10 ERKUNDUNGSKONZEPT

Für eine situationsangepasste Planung zum Öffnen der ELK 8a/511 und Bergen der eingelagerten Gebinde, sind sowohl Kenntnisse über den Zustand der Einlagerungskammer, als auch über den Zustand der eingelagerten Gebinde maßgebend (vergleiche Kapitel 3.1). Diese definieren sich zum einen durch Auflockerungen der Firste, Sohle und Stöße und zum anderen durch die Gebindelage, den Gebindezustand und die Sohlenbeschaffenheit. Der diesbezügliche Kenntnisstand ist in wesentlichen Teilen nicht aktuell, lückenhaft oder nicht verfügbar. In Folge dessen ist eine Erkundung notwendig, um anhand der dann vorliegenden Ergebnisse eine Planung ohne überzogene Konservativitäten und damit situationsangepasst ausführen zu können.

Unter diesen Gesichtspunkten wird ein Konzept erforderlich, welches die Erkundung der Einlagerungskammer zur sicheren Erschließung und Bergung der eingelagerten MAW-Gebinde aufzeigt.

In Kapitel 10.1 sind die Ergebnisse und Erkenntnisse bereits durchgeführter Erkundungen und Berechnungen dargestellt, die für die Planungen zur Rückholung der MAW-Gebinde sinnvoll sind. Dies sind zum Beispiel gebirgsmechanische Modellierungen des Bergwerkes und kleinräumigere Untersuchungen im weiteren Umkreis der ELK 8a/511. Sie geben Hinweise auf den Zustand des Kammerumfeldes und können dadurch Bereiche potentieller Schwachstellen determinieren. Ferner bedingte die Registrierung einer erhöhten Ortsdosisleistung an der Filterstufe der Abwetterfilteranlage im Jahr 2015 eine Vorerkundung des Kammerzustandes mit Georadarmessungen. Die bisherigen Erkenntnisse liefern die Basis zur Herleitung der wahrscheinlichen Szenarien zum Kammer- und Gebindezustand, die im 2. Teilbericht (DMT, 2018) aufgeführt sind.

Die Ziele des Erkundungskonzeptes sind in Kapitel 10.2 definiert und dargestellt. Es wird beschrieben, welche Kenntnisse wesentlich sind, um eine sichere Öffnung und Erschließung der Kammer, Bergung der Fässer und anschließender Verfüllung bzw. Schließung der ELK 8a/511 – vornehmlich durch Auswahl des geeignetesten Rückholkonzeptes (vergleiche Kapitel 3.4) – vorzunehmen.

Aufbauend auf den Kapiteln 10.1 und 10.2 folgt die Konzeption des Erkundungsprogramms, welches sich in Erkundungsstadien gliedert (Kapitel 10.3). Dieser Aufbau bildet zu den jeweiligen Zeitpunkten mit den dann vorliegenden Planungstiefen die Grundlage für notwendige Planungsentscheidungen. Eine Wiederholung einiger Untersuchungen wird über mehrere Stadien hinweg notwendig sein. Einerseits, da je nach Dauer der vergangenen Zeit, die vorherigen Untersuchungsergebnisse auf Änderungen überprüft und dokumentiert werden müssen. Andererseits ist das Erkundungskonzept so ausgelegt, dass einige Daten über mehrere Zeiträume hinweg erhoben werden, um den Grad der Veränderung bewerten zu können. Die Stadien bedingen sich durch die Zeiträume vor dem Öffnen der Einlagerungskammer (1), während des Öffnens, bzw. Auffahrens der Strecke (2), während des Bergens der MAW-Gebinde (3) und vor dem Verfüllen der ELK 8a/511 (4) bzw. deren Planung. Die Stadien 1 und 2 bilden den Schwerpunkt der Erkundungsarbeiten.

Im Kapitel 10.4 sind die Untersuchungsmethoden und Verfahren aufgeführt und dargelegt mit denen die Erkundungsziele erreicht werden. Ob alle beschriebenen Verfahren zur Anwendung kommen müssen oder einige verzichtbar sind, kann nur in Abhängigkeit der vorangegangenen Erkundungsergebnisse und deren Aussagegenauigkeit situationsangepasst festgelegt werden.

Eine Zusammenfassung der Erkundungsziele findet sich in den Tabellen A1 – A4 im Anhang. Dort sind die Erkundungsziele in Hauptziele und Einzelziele untergliedert. Zusätzlich wurden zu jedem Einzelziel Aspekte zur Durchführung der Erkundung und die Nutzung der erhaltenen Ergebnisse beispielhaft genannt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 139 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

10.1 BISHERIGER KENNTNISSTAND

Nach dem Bericht „Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle“ (BfS, 2009) hat die Einlagerungskammer ELK 8a/511 eine durchschnittliche Höhe von 14 m und eine planmetrierte Grundfläche von 500 m². Die Berechnung des Kammervolumens ergibt ein Volumen von 5.600 m³. Relativ mittig, mit einer Schwebenstärke von etwa 6 m liegt über der ELK 8a/511 die Beschickungskammer mit einer Grundfläche von etwa 130 m². Von der Beschickungskammer aus bestehen 7 Zugänge über Bohrungen in die ELK 8a/511 (BfS, 2009), (Asse-GmbH, 2017b), (Asse-GmbH, 2017d) wie in Abbildung 86 ersichtlich ist:

- 1 Beschickungsbohrloch (Durchmesser ~ 1 m), verrohrt und mit einem Bohrlochschieber abgedeckt,
- 2 Bohrloch für die Videoüberwachung (Durchmesser ~ 0,5 m), verrohrt und mit Stahlplatte abgedeckt,
- 3,4 zwei Reservebohrungen (Durchmesser ~ 0,35 m), von denen eine planmäßig als Bohrloch für die einziehenden Wetter vorgesehen war, beide verrohrt und mit Stahlplatte abgedeckt,
- 5 Bohrloch für die Abwetter (Durchmesser ~ 0,4 m), verrohrt,
- 6,7 zwei weitere Bohrlöcher (Durchmesser ~ 0,3 m) für Beleuchtung und Kabel, mit Stahlplatte abgedeckt.

Zwei der Bohrlöcher werden aktuell bereits zu betrieblichen Zwecken genutzt. Eine der Reservebohrungen (3) dient zur Überwachung und zum Nachweis der Unterdruckhaltung in der Einlagerungskammer. Bei der zweiten genutzten Bohrung (5) handelt es sich um die Abwetterbohrung. Bis auf die vorgenannte betriebliche Verwendung der Bohrungen liegen über den aktuellen Zustand keine weiteren Informationen vor. Der Zustand und die Zugänglichkeit der fünf anderen Bohrungen ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht bekannt.

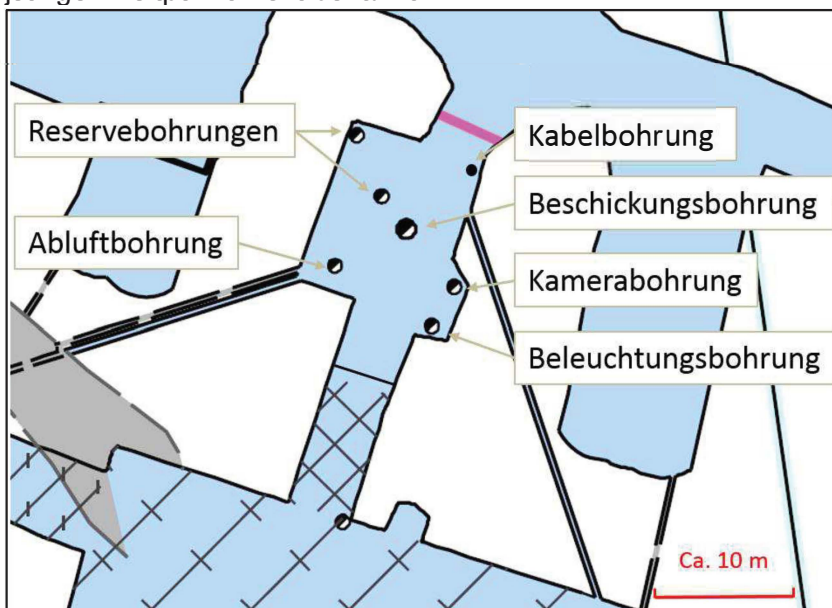


Abbildung 86: Lage der Bohrungen in der Beschickungskammer 8a/490

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 140 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

10.1.1 Gebirgsmechanischer Zustand

Die ELK 8a/511 befindet sich im Vergleich zu den Einlagerungsbereichen auf der 725- und 750-m-Sohle der Schachtanlage Asse II in einem gebirgsmechanisch weniger beanspruchten Bereich des Grubengebäudes und weist zudem durch die Auffahrung in den Jahren 1961 und 1962 eine deutlich kürzere Standzeit auf (BfS, 2009). Die im Zusammenhang mit dem gebirgsmechanischen Zustand vorliegenden Kenntnisse beinhalten Fotos und markscheiderische Aufnahmen aus der Zeit der Vorbereitung der Einlagerungskammer vor Beschickung mit Abfällen, durch das Bleiglasfenster aufgenommene Fotos aus der Einlagerungszeit, verschiedene Zustandsanalysen und aus Modellrechnungen abgeleitete Prognosen sowie die Ergebnisse visueller Inspektionen und geophysikalischer sowie geotechnischer Messungen im näheren und weiteren Umfeld der ELK 8a/511.

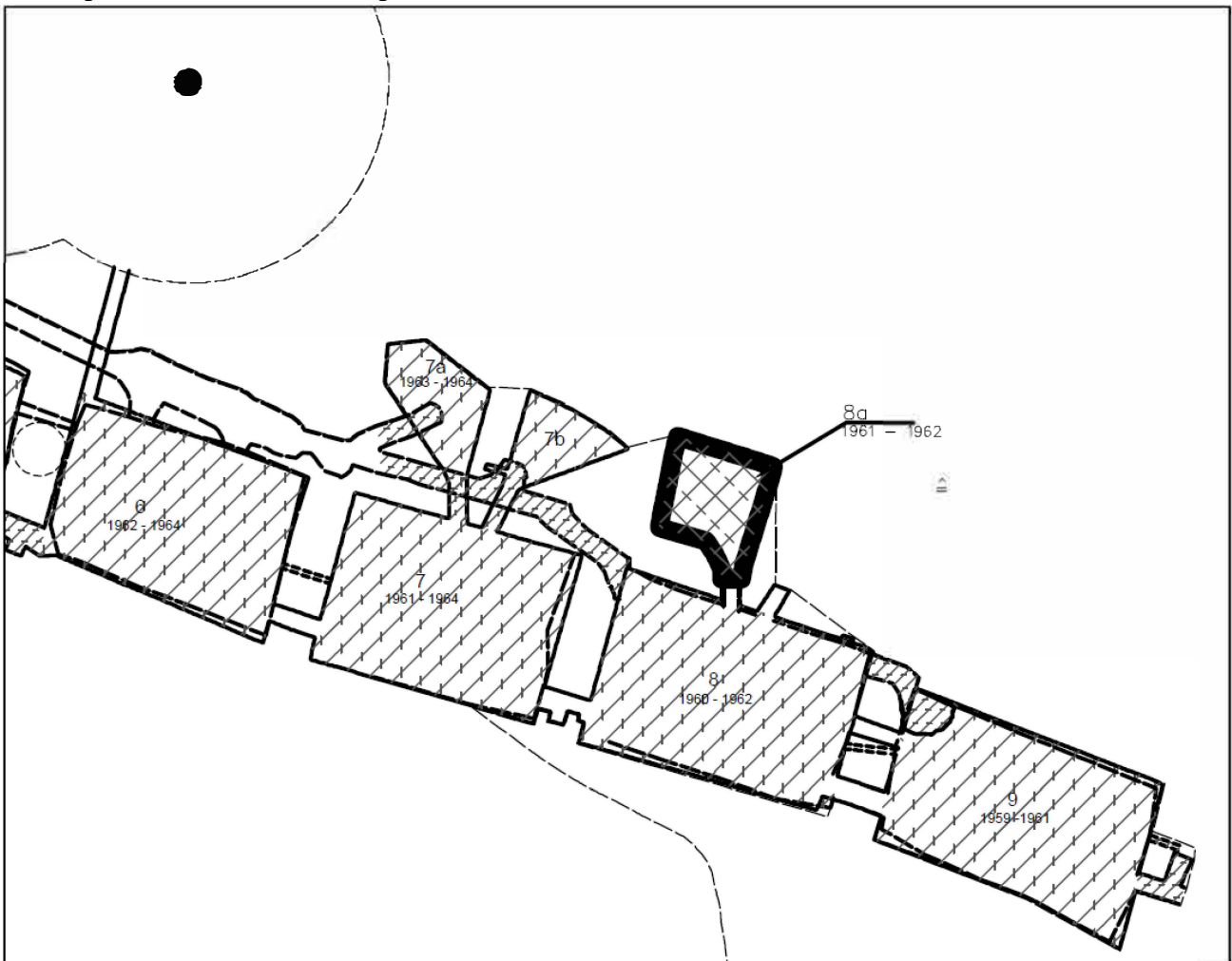


Abbildung 87: Ausschnitt aus dem Sohlenriss der 511-m-Sohle (Asse-GmbH, 2017e)

Das IfG (Institut für Gebirgsmechanik GmbH) erstellte 2006 mehrere Analysen, Modellrechnungen und Einschätzungen u. a. bezüglich der Tragfähigkeit und Standsicherheit des Bergwerks Asse (IfG, 2006), (IfG, 2006a) Aktualisierungen der gebirgsmechanischen Zustandsanalyse erfolgten im Laufe der letzten Jahre im gesamten Bergwerk (IfG, 2009), auch diskretisiert in kleinräumigeren Bereichen (IfG, 2016).

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 141 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Ein wesentliches Element für die Standsicherheit der Einlagerungskammer ist die Situation im unmittelbar unterhalb gelegenen Abbau 8a/532. Zur Verdeutlichung der räumlichen Lage der Grubenbaue auf den einzelnen Sohlen sind jeweils ein Ausschnitt aus dem Sohlenriss der 511-m-Sohle in der Abbildung 87 und aus dem der 532-m-Sohle in der Abbildung 88 gezeigt.

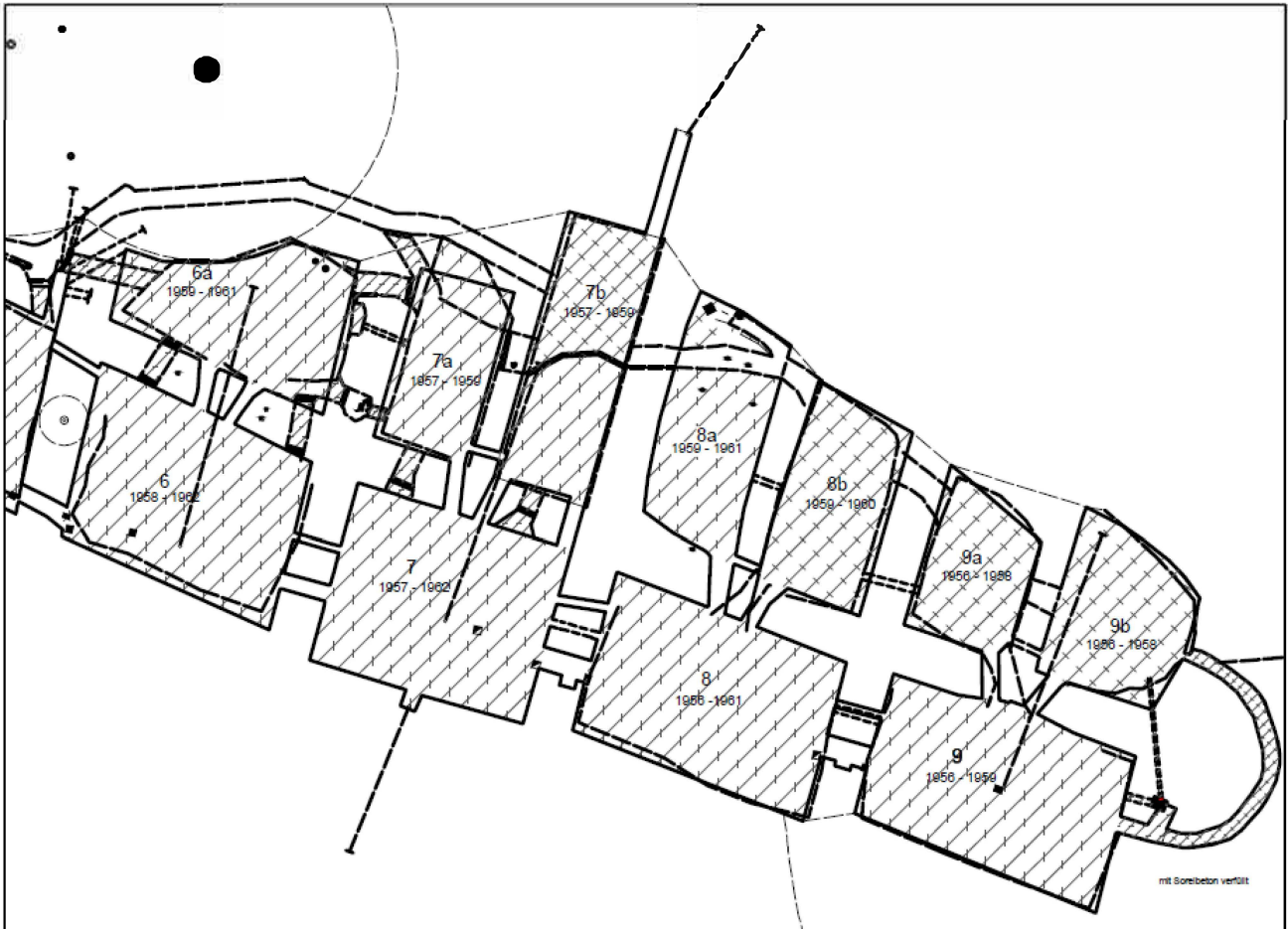


Abbildung 88: Ausschnitt aus dem Sohlenriss der 532-m-Sohle (Asse-GmbH, 2017e)

Der unterhalb der Einlagerungskammer gelegene Abbau 8a/532 wurde Mitte der 1980er Jahre bis auf eine Durchfahrtsstrecke und einen geringen Firstspalt weitgehend verfüllt. Die anderen Nebenabbaue wurden im Jahr 2000 mit Salz teilversetzt (Asse-GmbH, 2017a). Der verbliebene Firstspalt im Abbau 8a/532 wurde in 2001 mit einer Zement-Flugasche-Suspension verfüllt. Diese Maßnahme erwies sich als nicht nachhaltig. Ende 2016 wurde der Firstspalt im Zuge von Georadarmessungen zur darüber liegenden Einlagerungskammer erneut visuell inspiziert: Der Firstspalt verläuft über den gesamten verfüllten Bereich des Abbaus 8a/532. Die lichte Höhe reicht von 0,4 m im Norden bis zu ca. 1 m in südlicher Richtung. Die visuelle Begutachtung der Firste ergab keine Hinweise auf großflächige Löser bzw. Schwebendurchbrüche.

Aus der betrieblichen Beobachtung der gebirgsmechanischen Situation im nord-östlichen Teil des oberen Grubengebäudes konnten Anhaltspunkte für die Ausprägung der geotechnischen Beanspruchung und Rückschlüsse auf den Zustand der Schweben zwischen Abbau 8a/532 und der ELK 8a/511 gezogen werden. Die Bewertung messtechnischer Befunde und visueller Beobachtungen im Abbau 6a der 532-m-Sohle haben im Jahr 2010 zu der Feststellung geführt, dass sich in der Firste



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 142 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

des Abbaus eine gebirgsmechanische Situation entwickelt, die einer genaueren eingehenden Untersuchung hinsichtlich des Auflockerungszustandes in der Firste bedurfte (Asse-GmbH, 2014).

Auf Grundlage der Ergebnisse wurde daraufhin aus arbeitssicherheitlichen Gründen der Abbau 6a/532 vorsorglich dauerhaft gesperrt (Asse-GmbH, 2014), womit die Kammern 7a bis 9b/532 nur eingeschränkt befahrbar waren. Um die östlich gelegenen Abbaue wieder zugänglich zu machen, wurde im Januar 2013 der Abbau 6a/532 durch eine Strecke nördlich umfahren. 3 Monate später ergab eine visuelle Kontrolle, dass Firste und Stöße in den Abbauen 7a bis 9b/532 deutliche Schädigungen zeigten. Firstkontrollbohrungen zeigten Rissbildungen in den Abbauen 7a und 7b. Daraufhin wurden im August 2013 Georadarmessungen an den Firsten durchgeführt, deren Ergebnisse Reflektoren zeigten, die auf Löserflächen zwischen den Abbauen 7a/532 und 7a/511 sowie zwischen 7b/532 und 7b/511 hindeuten. Zum Teil korrelieren diese Auswertungen mit Rissflächen der Firstkontrollbohrungen. Die im nördlichen Teil des Abbaus 8a/532 gemessenen Radargramme weisen keine Reflektionen auf, die auf eine Schädigung der Firste hindeuten. Die Situation wurde jedoch als vergleichbar mit der der Abbaue 7a und 7b gesetzt, so dass die Verfüllung des restlichen Firstspalts im Abbau 8a/532 zur Gewährleistung der Stabilität der darüber liegenden ELK 8a/511 vorzusehen ist (Asse-GmbH, 2014).

Im September 2015 wurde eine erhöhte Dosisleistung am Gehäuse der Abluftfilteranlage in der ehemaligen Beschickungskammer festgestellt (Asse-GmbH, 2017c). Sie führten zu der Annahme, dass eine Aufwirbelung von Staub in der ELK 8a/511, womöglich verursacht durch Löserfall, Ursache der erhöhten Messwerte war. Da es auch zu diesem Zeitpunkt nicht möglich war, das Innere der Kammer visuell zu inspizieren, wurden im August und September 2016 nicht-invasive Vorerkundungen zur Ursachenklärung durchgeführt: Die Sohle der ehemaligen Beschickungskammer 8a/490 wurde mit Georadarmessungen erkundet, um die Stabilität und Integrität der Schweben zur ELK 8a/511 zu untersuchen. Die Auswertungen ergaben im Messbereich einen weitgehend intakten Schwebenkern. Südlich und westlich der Beschickungsbohrung detektierte Reflexionen oder schwache Signaleinsätze können als Hinweise auf Feuchtigkeit oder Rissbildung interpretiert werden. Eine abschließende Ursachenklärung war durch die Messung jedoch nicht möglich, teils wegen der begrenzten gemessenen Fläche, aber insbesondere auch, da über den ursprünglichen Zustand der Firste der ELK 8a/511 keine Dokumentation vorliegt und somit keine Änderungen nachweisbar (Asse-GmbH, 2017b) sind.

Das historische Risswerk in Abbildung 89 zeigt die Lage der beiden übereinander liegenden Kammern 8a/490 und 8a/511 (rot umrandet). Auf dem Riss ist eine gestrichelte Linie mit der Beschriftung „Sohle ~1,5 m höher“ eingezeichnet (hier in rot gestrichelt nachgezogen). Es lässt vermuten, dass die 511-m-Sohle mindestens entlang dieser Linie ein höheres Niveau aufweist. Ob dies gebirgsmechanische Gründe hat oder es sich um Haufwerk handelt, ist nicht bekannt. Abbildung 89 rechts zeigt einen Teil der Kammer zur Zeit der Einlagerung. Auch hier ist erkennbar, dass die Sohle nicht eben ist (nachgezogene schwarze Linie). Hierbei handelt es sich wahrscheinlich um Haufwerk, welches möglicherweise im Rahmen von Nachschneidearbeiten vor Beginn der der Einlagerung gewonnen wurde und in der Einlagerungskammer verblieben ist.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 143 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

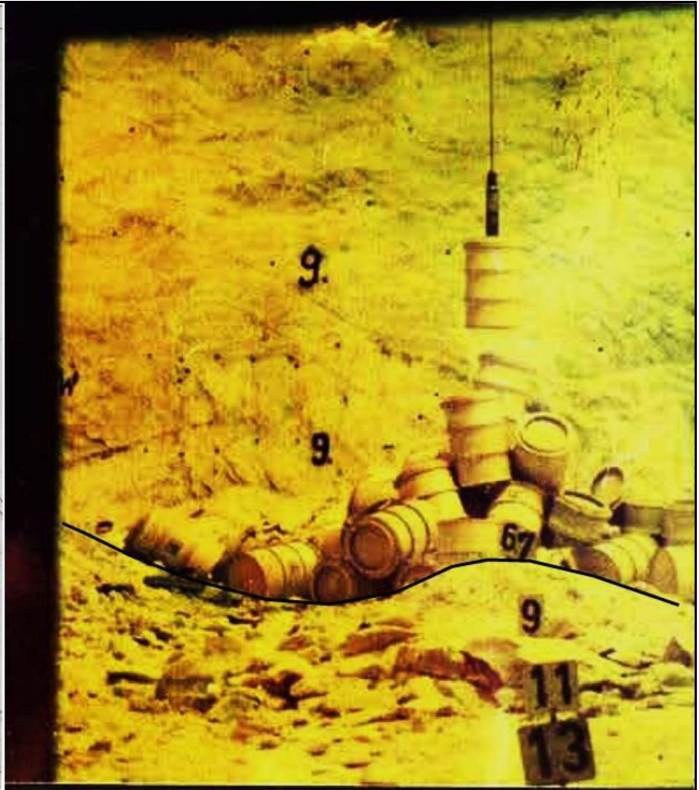
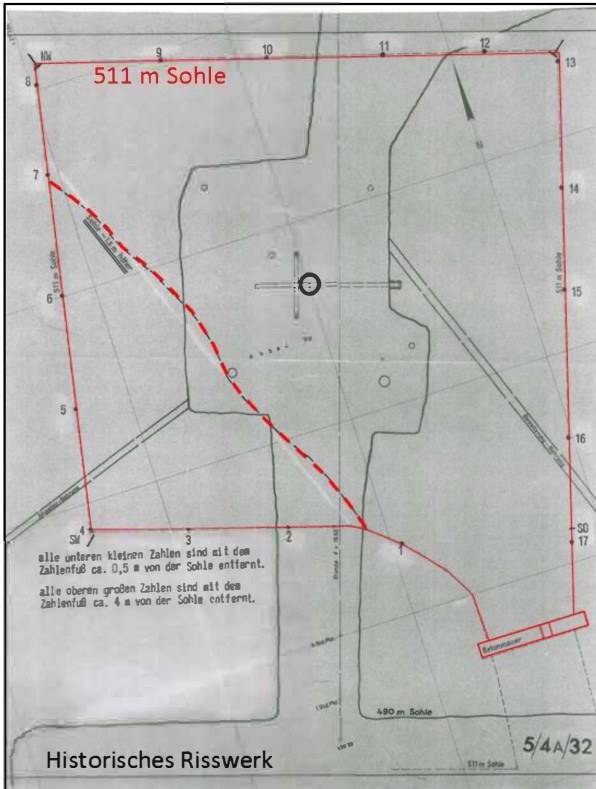


Abbildung 89: Historisches Risswerk und ein Fotodokument zur Einlagerungszeit

10.1.2 Gebindezustand

Bei dem für die Einlagerung der mittelradioaktiven Abfälle verwendeten Gebindetyp handelt es sich ausschließlich um 200-l-Rollreifenfässer, in die entsprechend des Genehmigungsantrages die Abfälle entweder als betonfixierte Konzentrate, bitumenfixierte Konzentrate oder in Beton eingebettete kontaminierte und/oder aktivierte feste Abfälle oder Metallteile eingebracht wurden (GfS, 1971). Die betonfixierten Konzentrate bestehen aus Verdampferkonzentraten, die durch Vermischen mit einer etwa gleichen Menge Zement einen festen Betonkörper bilden (GfS, 1971). In diesem sind die radioaktiven Stoffe fest eingeschlossen und mehr oder weniger homogen verteilt. Die festen Abfälle und Metallteile, die in Beton eingebettet sind, bilden eine kompakte Einheit. Die bitumenfixierten Konzentrate bestehen aus flüssigen salzreichen Verdampferkonzentraten, die bis zu einer homogenen Verteilung in heißes Bitumen eingerührt wurden (GfS, 1971).

Die für die Einlagerung gewählte Verfahrenstechnik sah vor, das mit einem Fassgreifer verbundene Abfallfass von der Beschickungskammer unter Einsatz eines Videokontrollbildschirms bis zum Kontakt mit der Sohle bzw. des Gebindekegels in die ELK 8a/511 abzusenken und erst dann den Fassgreifer zu öffnen.

Das Einbringen der Gebinde ist, wie in Abbildung 90 links ersichtlich, fotografisch mehrfach dokumentiert, da während der Einlagerungsphase und darüber hinaus eine visuelle Inspektion des Gebindekegels durch ein Bleiglasfenster möglich war, welches sich in einer Strahlenschutzmauer im Durchhieb zum Abbau 8/511 befand. Durch Errichtung eines Verschlussbauwerkes vor dieser Strahlenschutzmauer im Jahre 1998 entfiel diese Inspektionsmöglichkeit. Es liegen somit keine visuellen Informationen zum aktuellen Zustand der Gebinde vor.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 144 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Auf den durch das Bleiglasfenster aufgenommenen Fotos des Gebindekegels weisen die Oberflächen der sichtbaren Gebinde keine gravierenden Beschädigungen auf. Bedingt durch die Einlagerungsmethode kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass einige Gebinde durch Gewichtsbelastung deformiert wurden und ggf. Bitumen ausgetreten ist und zu örtlichen Verklebungen geführt hat. Darüber hinaus können beispielsweise korrosive Prozesse im Fassinneren zu weiteren Veränderungen des Gebindezustands geführt haben. Eine Analyse der Daten aus der Datenbank Assekat hat gezeigt, dass die Gebinde mit bituminierten Abfällen vor allem am Anfang der Einlagerung in die Einlagerungskammer gebracht worden sind und somit überwiegend im Inneren des Gebindekegels liegen, so dass es bei diesen zu stärkeren Deformationen gekommen sein könnte, die jedoch nicht visuell beobachtet werden konnten. Die eingangs beschriebenen radiologischen Befunde auf den Abwetterfiltern deuten auf mindestens ein geschädigtes Gebinde hin.

Im Zusammenhang mit den in Kapitel 10.1.1 beschriebenen Untersuchungen zur Erkundung der Schwebelücke zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer wurden niederfrequente (200 MHz) Messungen durchgeführt, die Aufschluss über die Form des Gebindekegels geben sollten. Die Auswertungen der Messungen ergaben eine grobe geometrische Abschätzung des Gebindekegels, die mit dem theoretischen Modell (ca. 7 m Höhe, Grunddurchmesser von etwa 17 m und ein Schüttwinkel von 40°) übereinstimmt (Asse-GmbH, 2017b). Auch die Auswertungen der Radarmessungen (Abbildung 90 rechts) deuten auf einen noch bestehenden Gebindekegel hin (Asse-GmbH, 2017b). Geometrische Berechnungen zur Schüttkegelform ergeben eine teilweise freie Sohlenfläche der Kammer (DMT, 2018a). Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass einzelne Gebinde sich außerhalb des Kegels auf der Kammersohle befinden, da sowohl ein möglicher Löserfall, als auch eine etwaige Aufwölbung der Sohle zur Instabilität des Gebindekegels und Umlagerung von einzelnen Gebinden geführt haben kann.

Im Hinblick auf Feuchtigkeit in der ELK 8a/511 ist festzuhalten, dass durch die in den Annahmebedingungen von 1976 (GfS, 1976) geforderte Zustand der Abfälle kein freies Wasser in den Gebinden zu unterstellen ist. Weiterhin befinden sich die im Bereich der Schachtanlage Asse II bekannten Lösungszutritte in tiefer gelegenen Niveaus, so dass eine daraus hergeleitete Durchfeuchtung ebenfalls nicht zu unterstellen ist.

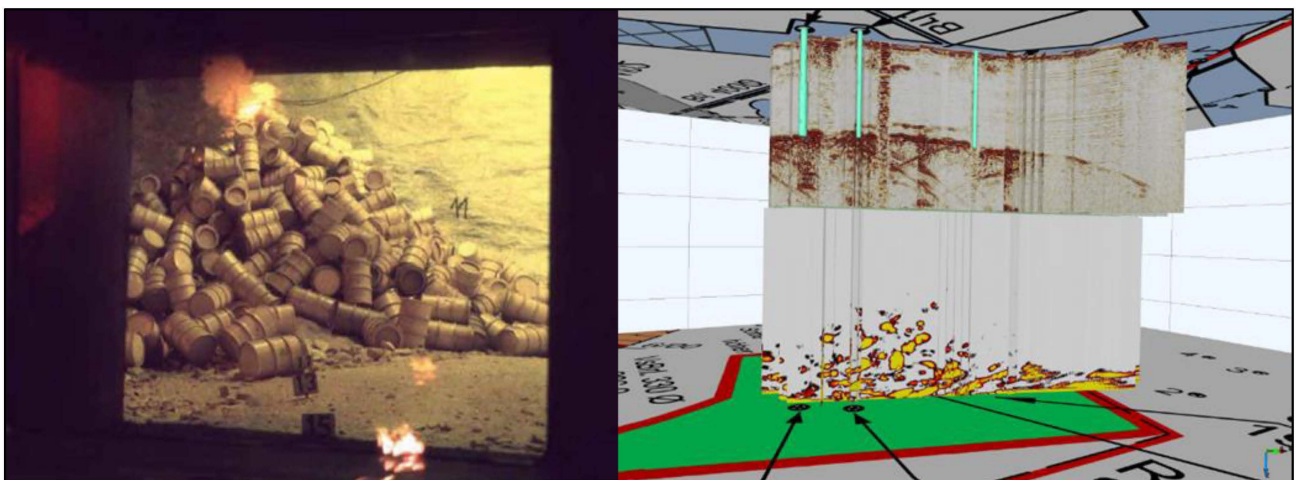


Abbildung 90: Linke Abbildung: Gebindekegel (1984); rechte Abbildung: Auswertung Radarmessung. Dargestellt sind Reflektoren (Gebinde) auf der Sohle der ELK 8a/511

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 145 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

10.1.3 Radiologischer Zustand

Über den radiologischen Zustand innerhalb der Einlagerungskammer gibt es Kenntnisse, die jedoch lückenhaft sind. So wurden auf den Filterzellen der Abluftfilteranlage in der ehemaligen Beschickungskammer Kontaminationen gefunden (Asse-GmbH, 2017). Diese deuten auf die Freisetzung radioaktiver Abfälle aus den eingelagerten Gebinden hin.

Die Dosisleistung in der ELK 8a/511 wurde letztmalig im Jahr 1996 gemessen. Die Auswertungen ergaben eine Dosisleistung von 1.970 mGy/h neben dem obersten Fass und über 7.300 mGy/h 0,5 m tiefer (BGE, 2018). Die tiefenabhängigen Messwerte sind in der Abbildung 91 dargestellt.

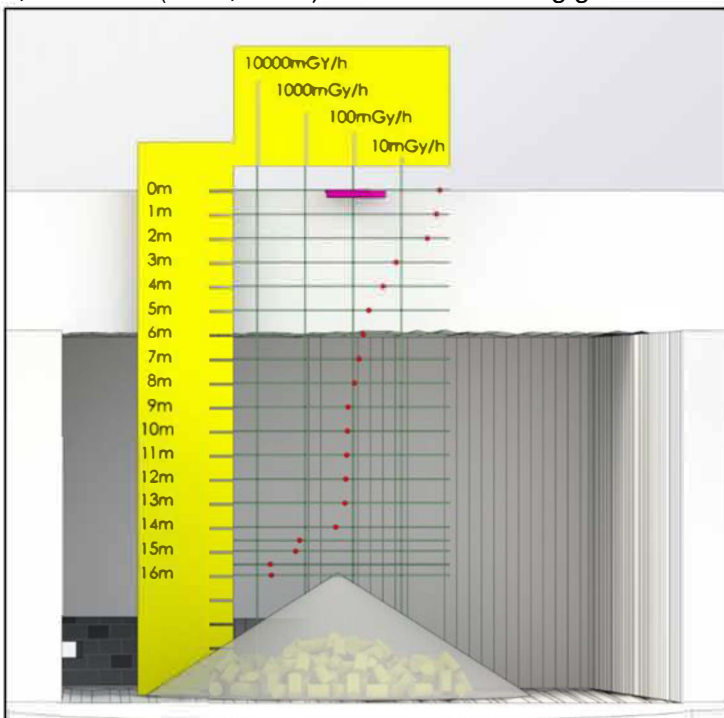


Abbildung 91: Tiefenabhängige Darstellung der Dosisleistung (Bezugsjahr 1996) oberhalb des Fasskegels in der ELK 8a/511

10.1.4 Kammeratmosphäre

Die ELK 8a/511 wird seit Beginn der Einlagerungsphase im Unterdruck gegenüber der Umgebung gehalten und mittels der Abluftfilteranlage in der ehemaligen Beschickungskammer einem Volumenstrom von ca. 80 m³/h bewettert (BfS, 2009a). Die Abwetter werden hinter der Abwetterfilteranlage durch eine Bohrung (300 mm) in die angrenzende befahrbare Zufahrtstrecke zum Abbau 8/490 geführt, von dort über eine Luttentour mithilfe eines Ventilators direkt dem Hauptgrubenlüfter zugeführt und über den Diffusor in die Umgebung abgeleitet werden. Gemäß des Genehmigungsantrages zur Einlagerung der radioaktiven Abfälle (GfS, 1971) ist in der ELK 8a/511 eine gerichtete Luftströmung in die Einlagerungskammer sicherzustellen. Innerbetrieblich wird durch die BGE ein Mindest-Differenzdruck zwischen der MAW-Kammer und dem offenen Grubengebäude mit einem Stundenmittelwert in Höhe von 5 hPa eingehalten (BGE, 2018a). Zur Überwachung und Nachweis der Unterdruckhaltung der MAW-Kammer ist ein Messschlauch in die nordwestlich gelegene Reservebohrung der Beschickungskammer eingelassen und abgedichtet. Das Messgerät mit Momentan-



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 146 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Anzeige des aktuellen Differenzdruckes befindet sich am nördlichen Stoß der Beschickungskammer (Asse-GmbH, 2017c).

Durch die Absaugung der Atmosphäre aus der Einlagerungskammer und die bisherigen Erkenntnisse über die Zusammensetzung der Atmosphäre der ELK 8a/511 kann eine brennbare bzw. explosionsfähige Atmosphäre in der Einlagerungskammer ausgeschlossen werden.

Aufgrund der Geruchsentwicklung am Auslass der Abwetterbohrung wurde die dort austretende Atmosphäre im Jahr 2017 auf das Vorhandensein von flüchtigen organischen Verbindungen inkl. flüchtiger polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) und Phenole/Kresole untersucht. Die Analyse der Abwetter zeigte, dass aus der ELK 8a/511 messbare Konzentrationen organischer Substanzen, v.a. aromatischer Natur, abgeführt werden. Quelle für die flüchtigen organischen Verbindungen sind Teer-, Bitumen- bzw. asphalthaltige Materialien, die zur physikalischen/chemischen Fixierung der Abfälle in der Einlagerungskammer verwendet wurden und von der Abluftfilteranlage nicht zurückgehalten werden (ALAB GmbH, 2017). Die Konzentrationen der gemessenen gasförmigen Verbindungen lagen weit unterhalb der Bereiche, in denen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre zu besorgen ist.

10.2 ERKUNDUNGSZIELE

Ziel des Erkundungskonzeptes ist es, die Erkundungsmaßnahmen vor und während der Rückholung zu beschreiben. Beginnend mit Erkundungen bereits vor der Erstellung von Zugängen zur Rückholung können nötige Erkenntnisse zur sicheren Erschließung der ELK 8a/511, Bergung der MAW-Gebinde und Schließung der Einlagerungskammer gewonnen werden. Die Erkundung erstreckt sich über den gesamten Zeitraum der Rückholung und wird ergänzt durch Daten, die im Rahmen der betrieblichen Überwachung wie z. B. des Kontaminationsniveaus erhalten werden.

Wesentliche Bedeutung für die Planung der Rückholung haben die Erkenntnisse über den gebirgsmechanischen Zustand im allgemeinen und den Zustand der Stöße, Firste und Sohle, da dies entscheidungsrelevant für die Auswahl des Kammerzugangs ist. Dies betrifft sowohl die Entscheidung darüber, von welcher Seite die Einlagerungskammer geöffnet wird, als auch ob dies im Sohlen- oder Firstniveau geschieht. Ein weiterer Baustein für die Planung sind die Informationen über den Gebindezustand und die vertikale und horizontale Verteilung innerhalb der Einlagerungskammer, um die Berge- und Verfahrenstechnik auf die vorliegenden Randbedingungen bedarfsgerecht auszulegen. Ebenso ist die Kenntnis über die räumliche Verteilung der Dosisleistung in der Einlagerungskammer erforderlich, um sicherzustellen, dass die Funktionalität der vorgesehenen Sensorik gegeben ist und Messungen planmäßig durchgeführt werden können. Weitere grundlegende Bedeutung hat die Kenntnis der Dosisleistung in Bezug auf die Möglichkeiten des Einsatzes von Personal, wenn dies für temporäre Tätigkeiten und im Interventionsfall erforderlich wird. Schließlich ist auch die Kenntnis über die Zusammensetzung der Atmosphäre in der Einlagerungskammer erforderlich, um mögliche Korrosionsprozesse sowie Ausgasungen aus den eingelagerten Abfällen in der Einlagerungskammer und den beweissichernden Nachweis über die Zusammensetzung der Atmosphäre zu führen.

Somit ergeben sich die vier Hauptziele der Erkundung:

1. Gebirgsmechanischer Zustand,
2. Gebindezustand,
3. Radiologischer Zustand,
4. Zusammensetzung der Kammeratmosphäre.

Die vier Hauptziele werden in den Kapiteln 10.2.1 – 10.2.4 detaillierter beschrieben.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 147 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

10.2.1 Gebirgsmechanischer Zustand

Zielstellung der Untersuchung des gebirgsmechanischen Zustands ist die Erfassung der Kontur der in den Jahren 1961 und 1962 aufgefahrenen ELK 8a/511 und der durch die geotechnische Beanspruchung hervorgerufene Grad der Auflockerung und Entfestigung, Die daraus abgeleiteten Bewertungen zur Standfestigkeit und zur Gefahr eines Löserfalls sind maßgeblich vor allem für die Planung des Zugangs- und Sicherungskonzeptes.

Der Zustand der ELK 8a/511 wird von der gebirgsmechanischen Situation in der Kammerumgebung bestimmt. Mit geotechnisch-numerischen Modellen lassen sich Aussagen zum gebirgsmechanischen Zustand der Einlagerungskammer treffen. Daher ist ein auf das Umfeld der ELK 8a/511 bezogenes numerisches Modell erforderlich, das weitere Erkenntnisse über den gebirgsmechanischen Zustand der Einlagerungskammer liefert. Das numerische Modell ist darauf auszurichten, eine Prognose der Standfestigkeit der Einlagerungskammer zu verschiedenen Bewertungszeitpunkten zu geben. Notwendig ist die Betrachtung:

1. des Ist-Zustandes,
2. während der Erkundung sowie
3. während der Rückholung der Abfälle.

Es werden so Bereiche potentieller Schwachstellen über den Bearbeitungszeitraum determiniert und die Veränderungen bewertet.

Zusätzlich ist für die Erkundung des Zustands des Gebirges eine optische bzw. räumliche Erfassung der First-, Stoß- und Sohlenkontur mittels lichtoptischer bzw. Laserscanning-Verfahren auszuführen. Die Anwendung der Verfahren ermöglicht die Dokumentation zwischenzeitlich eingetretener Ereignisse, wie z. B. Löserfall, Abschaltungen von den Stößen oder Deformationen der Sohle.

Außerhalb der ELK 8a/511 sind Rissbildungen in geotechnisch beanspruchten Bereichen zu lokalisieren. Geotechnisch beanspruchte Bereiche werden durch die Bewertung des numerischen Modells ermittelt. Eine Verifizierung des gebirgsmechanischen Zustandes und Lokalisierung möglicher Risse erfolgt durch gezielte Bohrungen in diese Bereiche. Dabei ist ein Anbohren der Einlagerungskammer auszuschließen. Die Ergebnisse legen Art und Umfang der Sicherungsmaßnahmen fest.

Zur Kalibrierung des numerischen Modells sind ergänzende Spannungssondierungen zur Ermittlung aktueller örtlicher Kennwerte für die Minimalspannung erforderlich.

Auf Basis dieser Erkundung können so vor und während der Rückholung der MAW-Gebinde gezielt geeignete Maßnahmen zur Reduzierung des schädigenden Einflusses der gebirgsmechanischen Beanspruchung und Aufrechthaltung der Standsicherheit umgesetzt werden.

10.2.2 Gebindezustand

Die durchzuführenden Untersuchungen zielen darauf ab, die Lage der Gebinde im Raum, sowie deren äußerlich erkennbaren Zustand zu klären. Bedingt durch Korrosion oder durch gebirgsmechanische Einflüsse, wie die Einwirkung eines Löserfalls, können Gebinde beschädigt oder in ihrer Lage verändert sein. Sofern Abschaltungen von den Stößen oder Löserfall aufgetreten sind, können Teile der Sohle oder des Gebindestapels mit Salz unterschiedlicher Fraktion bis hin zu größeren Gesteinskörpern bedeckt sein. Bei Beschädigung eines Gebindes mit bituminierten Abfällen kann nicht ausgeschlossen werden, dass es zum Austreten bitumenhaltiger Masse und zu einer Verklebung umliegender Gebinde kommt. Darüber hinaus sind Informationen über die Integrität der Gebinde und der daraus resultierenden Berge- und Transportmöglichkeiten notwendig.

Für die Erkundung des Zustands und der Lage des Gebindekegels bzw. der einzelnen Gebinde ist eine optische bzw. räumliche Erfassung notwendig. Hierbei sind sowohl lichtoptische Verfahren in



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 148 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Form einer Videokamerabefahrung, als auch Laserscanning-Verfahren einsetzbar. Diese zielen auf eine vollständige Erfassung der von außen sichtbaren Oberfläche des Gebindekegels ab. Im Zusammenhang mit dem nicht auszuschließenden Austritt von Bitumen und der Verklebung von Gebinden müssen für die Auslegung der Schneide- oder Trennwerkzeuge die Materialkennwerte des verwendeten Bitumens ermittelt werden (siehe Kapitel 3.3.5). Sollten die Materialkennwerte aus den Datenblättern nicht vorliegen, sind entsprechende Materialproben zu entnehmen und zu untersuchen.

10.2.3 Radiologischer Zustand

Die Kenntnis der Dosisleistung und die Art der Kontamination (stoffliche Eigenschaften, Radionuklidvektor) innerhalb der Kammer sind sowohl im Stadium der Erkundung als auch im Stadium der Bergung der Gebinde erforderlich. Im Stadium der Erkundung ist für die Auswahl der Messtechnik und Geräte zu prüfen, ob sich die vorhandene Dosisleistung negativ auf die Einsatzfähigkeit oder Qualität der Messwerte auswirkt.

Die Kenntnisse über die Verteilung und die Art (z.B. über den Radionuklidvektor) radioaktiver Kontaminationen auf den Oberflächen in der ELK 8a/511 können genutzt werden, um Abschätzungen über die durch deren mögliche Aufwirbelungen im Rahmen der Bergung resultierenden Kontaminationen auf den eingesetzten Maschinen und Geräten treffen zu können. Die Kenntnis dieser Daten aus dem Stadium der Bergung wird genutzt, um im Interventionsfall bei erforderlichen Tätigkeiten von Personal oder beim Erfordernis der Durchführung von Dekontaminationsmaßnahmen an zu wartenden bzw. zu reparierenden Maschinen und Geräten die erforderlichen Schutzmaßnahmen auf einer belastbaren Datenbasis festlegen zu können. Weiterhin dienen die Daten während der Bergung der radioaktiven Abfälle dazu, die Wirksamkeit der Filteranlagen bezüglich der Rückhaltung radioaktiver Stoffe zu belegen.

10.2.4 Kammeratmosphäre

Eine gezielte Beprobung der Atmosphäre vor dem Öffnen der Kammer ist nach Vorliegen einer Kamerabefahrung oder gleichwertigen bildgebenden Untersuchungen vorzusehen, wenn erkennbar ist, dass Gebinde beschädigt sind und der Inhalt sichtbar ausgetreten ist.

Die Beprobung der Atmosphäre der Einlagerungskammer erfolgt auch im Rahmen der eigentlichen Rückholung zu beweissichernden Zwecken (siehe auch Kapitel 10.3.3).

10.3 ERKUNDUNGSSTADIEN

Das Erkundungskonzept lässt sich durch die zeitliche Abfolge der Aktivitäten zur Rückholung der MAW-Gebinde aus der Einlagerungskammer 8a/511 in vier Stadien gliedern. Die Reihenfolge und Zeitpunkte bedingen sich durch den Zeitpunkt, zu dem die Ergebnisse vorliegen müssen.

1. Vor dem Öffnen der Kammer
 - a. Nicht Invasiv
 - b. Invasiv
2. Während des Auffahrens des Kammerzugangs
3. Während des Bergens
4. Nach dem Bergen/vor dem Verfüllen



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 149 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Die im Erkundungskonzept enthaltenen Festlegungen und Maßnahmen basieren auf dem heutigen Kenntnisstand. Im Sinne einer iterativen Vorgehensweise kann sich entsprechend dem Erkenntnisgewinn der Erkundungsaufwand beispielsweise reduzieren oder im Rahmen der weiteren Planung Modifikationsbedarf ergeben.

10.3.1 Erkundung vor dem Öffnen der ELK 8a/511

Die Erkundung der ELK 8a/511 wird in dieser Phase mit und ohne Eindringen in die Einlagerungskammer durchgeführt (Invasiv/ Nicht-Invasiv). Anhand der Erkundungsergebnisse wird die Lage des Zugangs zur ELK 8a/511 sowie die Rückholungsvariante festgelegt. Bei der Durchführung invasiver Untersuchungen ist die Erkundung über bestehende Zugänge, wie die größtenteils verrohrten Bohrungen durch die Schwebelagerung aus der Beschickungskammer, vorgesehen. Dies setzt allerdings voraus, dass die Bohrungen noch formstabil sind und der freie Bohrlochdurchmesser für den reibungslosen Ein- und Ausbau der Sonden geeignet ist. Unabhängig davon, ob dies gewährleistet ist oder sich aus den Untersuchungen keine ausreichenden Kenntnisse über den Gebirgszustand ergeben, werden zusätzlich Erkundungen im Umfeld der Einlagerungskammer über neu zu teufende Bohrungen und weitere Radarmessungen erfolgen.

Der Zugang zur ELK 8a/511 über die vorhandenen Bohrungen bedingt Maßnahmen zum Strahlenschutz wie beispielsweise die Sicherstellung einer gerichteten Luftströmung in die Einlagerungskammer zur Verhinderung von Kontaminationsverschleppungen und ggf. Maßnahmen zur Abschirmung von Direktstrahlung. Außerdem wird durch die Nutzung der vorhandenen Bohrungen das Risiko vermieden, durch einen Bohrvorgang Gebirge zu beschädigen bzw. mit radioaktiven Abfällen umzugehen.

Nicht-Invasive Untersuchungen

Die nicht-invasiven Untersuchungen zur Erkundung der Einlagerungskammer zielen auf eine erste Orientierung und Analyse im Hinblick auf die vorliegenden Randbedingungen ab:

- **Gebirgszustand**

Die nicht-invasive Untersuchung des Gebirgszustandes dient der Feststellung, ob konkrete Anhaltspunkte für einen schädigenden Einfluss der gebirgsmechanischen Beanspruchung vorliegen. Unter Verwendung des bereits bestehenden beziehungsweise aufzubauenden und mit den gewonnenen Daten kalibrierten numerischen Modells (siehe Kapitel 10.1.1) findet eine Erfassung und Bewertung des Gebirgszustandes in verschiedenen Zeitfenstern statt. Die numerische Reproduktion des Gebirgszustandes zu den Zeitpunkten der Einlagerung, Erkundung und Rückholung gibt Aufschluss über die gebirgsmechanische Entwicklung der Kammer und zu erwartende gebirgsmechanische Zustände.

Im Hinblick auf die Bewertung des Zustandes der Sohle der Einlagerungskammer gibt eine erneute visuelle Begutachtung der Firste des Abbaus 8a/532 – sofern der Firstspalt noch nicht verfüllt wurde - weitere Aufschlüsse über die gebirgsmechanische Situation bzw., falls der Firstspalt bereits verfüllt wurde, über deren Erfolg.

Darüber hinaus werden mittels empirischer Betrachtungen zugänglicher und mit der ELK 8a/511 vergleichbarer Kammern Anhaltspunkte über die standzeitbedingte Entwicklung der Kammerkontur analysiert. Auf diese Weise sind extrapolative Abschätzungen über den Grad der Entfestigung der Stöße und der Firste sowie zum Verhalten der Sohle möglich.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 150 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- **Untersuchung der Atmosphäre**

Messwerte von regelmäßigen radiologischen, chemischen und physikalischen Untersuchungen an der Abluftfilteranlage werden erhoben und bewertet. Diese Daten dienen neben der Erkundung im Wesentlichen der betrieblichen Überwachung der Abwetter aus der Einlagerungskammer in Bezug auf die chemischen, radiologischen und physikalischen (z. B. Korngrößenverteilung) Eigenschaften. So können die radiologische Auswertung der Filter aus der Abluftfilteranlage Hinweise auf vorhandene an Schwebstoffe gebunden Radionuklide geben. Bisher durchgeführte radionuklidspezifische Analysen des Filtermaterials zeigten, dass in erster Linie Cs-137 (Asse-GmbH, 2017) auf dem Filtermaterial nachgewiesen werden konnte, welches wahrscheinlich aus Abfallgebinden stammt. Durch weitergehende Analysen des Filtermaterials können möglicherweise weitere Informationen über das Radionuklidinventar und die chemische Zusammensetzung der freigesetzten Abfallmatrix erhalten werden. Die Entnahme von Gasproben dient sowohl der Bestimmung der Elementzusammensetzung der Atmosphäre der ELK, als auch der Bestimmung des Anteils organischer Bestandteile. Diese Messungen ergeben Hinweise auf mögliche Korrosionsprozesse an Metallen, Ausgasungen aus den eingelagerten Abfällen oder auch gebirgsmechanische Ereignisse.

Invasive Untersuchungen

Die im Folgenden beschriebenen Untersuchungsschritte geben Aufschluss über die Lage und den Zustand der Gebinde, deren Ausbreitung auf der Sohle, der Kammerkanten, die radiologische Kammeratmosphäre, sofern diese nicht bereits über nichtinvasive verfahren untersucht wurde, mögliche Verklebungen zwischen den Gebinden und die Standfestigkeit der Einlagerungskammer.

Die invasiven Erkundungen erfolgen in dieser Phase zunächst - wenn möglich - über die vier benutzbaren (siehe Kapitel 10.1) Bohrungen der Beschickungskammer. Die Nutzbarkeit der optischen Verfahren hängt dabei von der Schwebstoffkonzentration in der Einlagerungskammer ab. Aufgrund der langen Standzeiten der Filterzellen in der Abluftfilteranlage auf der 490-m-Sohle und der relativ niedrigen Strömungsgeschwindigkeit der Wetter wird allerdings davon ausgegangen, dass die Schwebstoffkonzentration sehr gering ist. Der Einsatz von optischen Verfahren wird daher als möglich angesehen.

Für die weitere Untersuchung der Einlagerungskammer ist die Erstellung von Bohrungen vorzusehen. Dabei sind Vertikalbohrungen im Umfeld der ELK 8a/511 geplant, die zur geophysikalischen und geotechnischen Erkundung der Pfeiler dienen sollen. Analog dazu sind Horizontalbohrungen geplant, die sowohl auf die Erkundung der Firse der Einlagerungskammer, als auch bei Bedarf auf die Erkundung der Schwebstoffe zwischen der ELK 8a/511 und dem Abbau 8a/532 ausgerichtet sind.

- **Untersuchung der vorhandenen Bohrungen in der Beschickungskammer**

Im Vorfeld der Verwendung der vorhandenen Bohrlöcher sind sie auf ihre Nutzbarkeit, also deren Zugänglichkeit und Eignung zu prüfen. Eine qualitative Prüfung ist diesbezüglich mittels einer Kamerabefahrung vorgesehen. Zur quantitativen Prüfung der Zugänglichkeit in Bezug auf den Gebrauch verschiedener Erkundungswerkzeuge eignet sich die Durchführung von Kalibermessungen. So wird die Durchgängigkeit der für die Erkundung vorgesehenen Sonden und sonstigen Einrichtungen durch das Bohrloch gewährleistet. Falls die Zugänglichkeit für Sonden nicht gegeben ist, ist zu bewerten, ob der vorgefundene Zustand geeignet ist, um die Bohrungen durch konventionelle Maßnahmen, wie z. B. Aufreiben, wieder nutzbar



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 151 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

zu machen. Sollte eine Nutzung der vorhandenen Bohrungen auch dann nicht möglich sein, sind für die Ausführung der Untersuchungen eine oder mehrere Bohrungen zu erstellen. Aufgrund des Durchmessers von ca. 1.000 mm ist bei der Beschickungsbohrung davon auszugehen, dass genügend Raum für Erkundungsgeräte vorhanden ist, ohne dass zuvor genannte Maßnahmen getroffen werden müssen.

- **Erkundung der Schweben aus den vorhandenen Bohrungen der Beschickungskammer**
Sofern die vorangegangene Bestandsaufnahme der vorhandenen Bohrlöcher in der Beschickungskammer ergeben hat, dass sie für Sonden zugänglich sind, werden geophysikalische Messungen (Bohrlochscan, Radar) ausgeführt, um Erkenntnisse über den Zustand der Schweben zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer zu gewinnen.

- **Erkundung der Schweben und der Stöße aus neu zu erstellenden Bohrungen**
Für die Durchführung von Radarsondierungen zur Erkundung der Schweben und Stöße werden Bohrungen erstellt. Dabei ist ein Anbohren der Einlagerungskammer auszuschließen. Das aus diesen gewonnene Material (Bohrklein, ggf. Bohrkern) wird zu Zwecken der Beweissicherung, im Hinblick auf eingedrungene radioaktive Nuklide, die dorthin migriert sein könnten, untersucht.

- **Bildgebende Erkundung**
Die fotografische Ablichtung der Einlagerungskammer wird im ersten Schritt durch eine videooptische Kamerabefahrung mit gleichzeitiger Installation einer Lichtquelle erbracht und dient der qualitativen Bewertung des Gebinde- und Kammerzustands. Im zweiten Schritt erfolgt die Erfassung der Einlagerungskammer mit einem 3D-Laserscanner, der lichtunabhängig eingesetzt werden kann, strukturdarstellend ist und eine quantitative Bewertung ermöglicht. Bei der Messausführung ist über eine weitere vorhandene Bohrung der Beschickungskammer die Positionierung eines koordinativ bestimmten Zielzeichens vorzusehen, die eine Georeferenzierung der 3D-Messdaten und Transformation in das 3D-Grubenbildmodell der Schachtanlage Asse II ermöglicht.

Der Einsatz beider Verfahren bzw. unterschiedlicher Kameras ist sinnvoll, um den größtmöglichen Erkenntnisgewinn aus der bildgebenden Erfassung des ganzen Raumes zu erzielen. Die Geräte sind an einem 3D-Schwenkarm installiert, der über die Beschickungsbohrung eingeführt und von der Beschickungskammer aus ferngesteuert wird. Zur Erfassung von abgeschatteten Bereichen, die von den vorgenannten oberhalb des Gebindekegels stationär positionierten Systemen nicht erfasst werden und zur Detailaufnahme von gegebenenfalls zuvor detektierten Auffälligkeiten der Kammerkontur oder der Gebinde ist eine Drohne mit entsprechender Ausrüstung auszustatten, mit der ferngesteuert Aufnahmen in der Einlagerungskammer erstellt werden.

Anhand der Messergebnisse sind für die Rückholung relevante Fragestellungen bezüglich der Lage der Gebinde im Raum, der freien Sohlenfläche und der möglichen Bedeckung der Fässer mit sedimentierten Schwebstoffen, Salzgrus bzw. Material aus der Firste der Einlagerungskammer zu beantworten. Weiterhin sind Aussagen zu First- und Stoßstruktur und im von Fässern unbedeckten Bereich der Sohle sowie deren Kontur zu treffen. Dabei ist auch die in den grubenbildlichen Unterlagen verzeichnete Sohlenerhöhung im südwestlichen Teil der Einlagerungskammer (siehe Kapitel 10.1) zu verifizieren.

- **Dosisleistung**



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 152 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Die Bestimmung der Dosisleistung erfolgt durch Sonden, die entweder durch bestehende Bohrungen oder auch neu zu erstellende Bohrungen geführt werden. Neue Bohrungen in die Einlagerungskammer werden nur erstellt, wenn die aus den bereits vorhandenen Bohrung erzielbaren Messergebnisse für eine abschließen Bewertung der Dosisleistung nicht ausreichend sind.

Die Messung der Ortsdosisleistung an verschiedenen Punkten der ELK 8a/511 gibt Aufschluss über die aktuelle Dosisleistung und lässt damit Rückschlüsse auf die Entwicklung der Dosisleistung in der Mitte der Einlagerungskammer seit der letzten Messung von 1996 (BGE, 2018) zu. Zeigt die Auswertung, dass die Dosisleistung Auswirkungen auf die weitere in der Einlagerungskammer einzusetzende Messtechnik hat, wird der Einsatz der Geräte beispielsweise durch zusätzliche Abschirmungen entsprechend angepasst.

- **Einsatz einer gammasensitiven Kamera**

Die Untersuchung mittels einer auf Gammastrahlung sensitiven Kamera ermöglicht für die an der Außenseite des Gebindekegels liegenden Gebinden Aussagen über deren Gammastrahlung emittierendes Aktivitätsinventar.

- **Schwebstoffe**

Aufgrund der Beladung der Filterzellen der Abluftfilteranlage in der Beschickungskammer waren in der Atmosphäre der ELK 8a/511 zumindest zeitweise an Schwebstoffe gebundene Radionuklide vorhanden. Zum aktuellen Zeitpunkt ist nicht bekannt, ob sich in der Atmosphäre der Einlagerungskammer weiterhin nennenswerte Anteile von Schwebstoffe befinden. Die Daten aus der Messung der Dosisleistung am Filtergehäuse der Abluftfilteranlage in der Beschickungskammer liefern aktuell keinen Nachweis von an Schwebstoffe gebundenen Radionukliden. Bei der Bewertung dieser Aussage ist jedoch zu berücksichtigen, dass freigesetzte Schwebstoffe auch sedimentieren und die Ansaugöffnung der Filteranlage möglicherweise gar nicht erreichen. Daher kann die Beladung der Filterzellen der Abluftfilteranlage nur einen ersten Hinweis auf Schwebstoffe in der Einlagerungskammer geben.

Beim Nachweis von Schwebstoffen innerhalb der ELK 8a/511 ist davon auszugehen, dass diese auch durch radioaktive Stoffe kontaminiert sind. Es ist nicht bekannt, welche Dimensionen (aerodynamischen Durchmesser) diese Schwebstoffe aufweisen. Sowohl das Vorhandensein von Schwebstoffen als auch deren Partikelgrößenverteilung haben jedoch Einfluss auf die Führung des Sicherheitsnachweises für die Ableitung radioaktiver Stoffe über die Abluftfilteranlage in die Umgebung. So können auf Basis dieser Messwerte realistische Abschätzungen über die Abscheidung von Partikeln im Filter der Abluftfilteranlage bzw. dessen Durchlassgrad für radioaktiv kontaminierte Partikel getroffen werden. Diese Daten werden in den weiteren Planungen für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 berücksichtigt.

Daher werden sowohl die Aktivitätskonzentrationen der an Schwebstoffe gebundenen radioaktiven Stoffe als auch die Partikelgrößenverteilung dieser Stoffe gemessen.

An Schwebstoffe gebundene Radionuklide können, ohne eine Aussage über die Partikelgrößenverteilung der Schwebstoffe zu erhalten, beispielsweise mittels eines Aerosolmonitors bestimmt werden.

Weitere Hinweise auf Schwebstoffe in der Einlagerungskammer werden über die Entnahme von Feststoffproben erhalten. Feststoffproben (Ablagerung oder ggf. Abfallbestandteile wie Bitumen) können über verschiedene Verfahren beispielsweise mit Hilfe eines Greifers oder auch über ein saugendes Verfahren entnommen werden.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 153 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Die Ergebnisse dieser Messungen dienen auch zur Optimierung des Einsatzes weiterer Messtechnik in der Einlagerungskammer. Zeigt die Auswertung, dass die Konzentration von an Schwebstoffe gebundenen Radionukliden in der ELK 8a/511 Auswirkungen auf die weitere innerhalb dieser einzusetzende Messtechnik hat, wird der Einsatz der jeweiligen Geräte beispielsweise durch eine entsprechende Kapselung zur Vermeidung des Eindringens von Schwebstoffen entsprechend angepasst.

- **Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre**

Die Entnahme von Gasproben aus der ELK 8a/511 kann technisch über die Abluftfilteranlage der Einlagerungskammer nicht-invasiv erfolgen (siehe Kapitel 4.4.1.1). Die Entnahme von Gasproben in anderen räumlichen Bereichen der Einlagerungskammer ist mit diesem Verfahren jedoch nicht möglich. Daher werden bereits vor der bergmännischen Öffnung der Einlagerungskammer in Form der Erstellung des Zuganges (siehe Kapitel 5) weitere Gasproben aus der ELK 8a/511 entnommen, beispielsweise über die vorhandenen Bohrungen (siehe Abbildung 86). Diese Proben werden dann auf ihre Zusammensetzung hin untersucht. Dabei wird neben einer Elementanalyse der Atmosphäre auch der Anteil von organischen Bestandteilen untersucht. Im Rahmen der Elementanalyse wird geprüft, ob sich in der Atmosphäre Spuren von Wasserstoff befinden. Diese geben einen Hinweis darauf, dass in der Einlagerungskammer bzw. in den Gebinden anaerobe Korrosionsprozesse ablaufen. Die Ergebnisse der Messungen können Hinweise auf den Zustand der Gebinde geben, die innerhalb des Gebindekegels liegen und daher den optischen Erkundungsverfahren nicht zugänglich sind.

- **Standicherheit der Firste der ELK 8a/511**

Zur Prüfung der Standfestigkeit der Firste und zur Festlegung daraus abgeleiteter Sicherungsmaßnahmen ist ein geophysikalisches und geotechnisches Untersuchungsprogramm auszuführen, das eine Bohrkernuntersuchung/Bohrlochscan, Radarmessungen, Permeabilitätsmessungen und Spannungssondierungen umfasst. Neben den Erkenntnissen aus den vorhandenen Bohrungen (siehe oben: Erkundung der Schwebstoffe aus den vorhandenen Bohrungen der Beschickungskammer) ist zu diesem Zweck die Erstellung von zusätzlichen Bohrungen erforderlich. Diese werden wie in Abbildung 92 exemplarisch dargestellt von der 490-m-Sohle aus der Richtstrecke nach Osten und aus der Beschickungskammer als horizontale Kernbohrungen ausgeführt. Sie dienen neben der aus den Bohrkernen beziehungsweise der Bohrlochwandung zu ermittelnden Informationen, zum Beispiel zu Auflockerungszonen, der Vervollständigung der bereits in der Beschickungskammer ausgeführten Radarmessungen, mit der nur der zentrale Teil der Firste der ELK 8a/511 untersucht werden konnte. Gegebenenfalls ist ein neues Bohrort aufzufahren.

Die in diesem Zusammenhang ermittelten Daten sind auch zur Verifizierung des geotechnisch-numerischen Modells notwendig, mit dem Aussagen zum gebirgsmechanischen Zustand der Einlagerungskammer getroffen werden sollen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 154 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

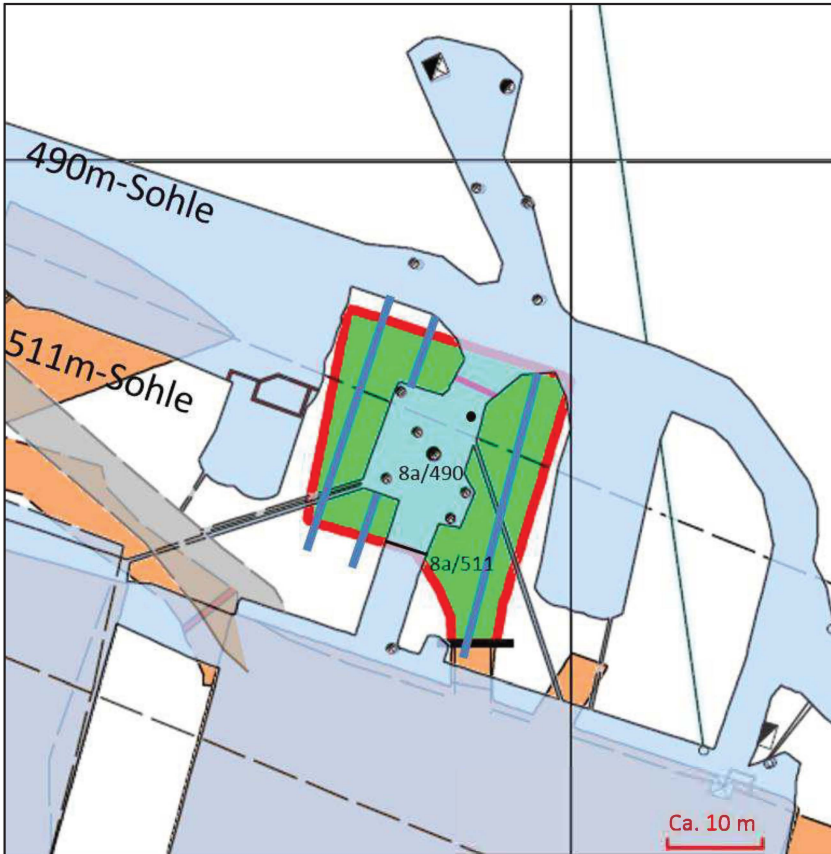


Abbildung 92: Horizontalbohrungen (blau) zur Erkundung der Fiste der ELK 8a/511

- **Standsicherheit der Pfeiler**

Zur Ermittlung der Standsicherheit der Stöße und Festlegung daraus abgeleiteter Sicherungsmaßnahmen ist ein geophysikalisches und geotechnisches Untersuchungsprogramm auszuführen, das eine Bohrkernuntersuchung/einen Bohrlochscan, Radarmessungen, Permeabilitätsmessungen und Spannungssondierungen umfasst. Zu diesem Zweck ist die Erstellung von Bohrungen erforderlich. Die Bohrungszielpunkte werden wie in Abbildung 93 exemplarisch dargestellt von der 490-m-Sohle aus der Richtstrecke nach Osten sowie dem östlich gelegenen Streckenstumpf als steil abwärts geneigte Kernbohrungen bis knapp unterhalb des Niveaus der 511-m-Sohle ausgeführt. Die westlich im Bereich der Kfz-Werkstatt projektierten Bohrungen sind auf Grund örtlicher Gegebenheiten gegebenenfalls durch Verlegung des Ansatzpunktes in den Bereich der Richtstrecke nach Osten mit angepasstem Neigungswinkel auszuführen. Da davon auszugehen ist, dass die innerhalb der Pfeiler vermuteten Trennflächenstrukturen steil stehen, ist im Sinne eines optimalen Aufschlusses zu vermeiden, vertikal und somit trennflächenparallel zu bohren. Stattdessen sind, sofern es die gegebenen geometrischen Randbedingungen es zulassen, wie in der Schnittdarstellung der Abbildung 94 rechts exemplarisch dargestellt, die Bohrungsansatzpunkte auf der 490-m-Sohle in größerem Abstand von der Einlagerungskammer und mit einer Neigung zur Sohle der ELK 8a/511 hin gewählt worden. Als horizontaler Mindestabstand der Bohrlochachse von der Kammerkontur sind dabei 2 m einzuhalten, um zu vermeiden, dass die Einlagerungskammer unbeabsichtigt angebohrt wird.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 155 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

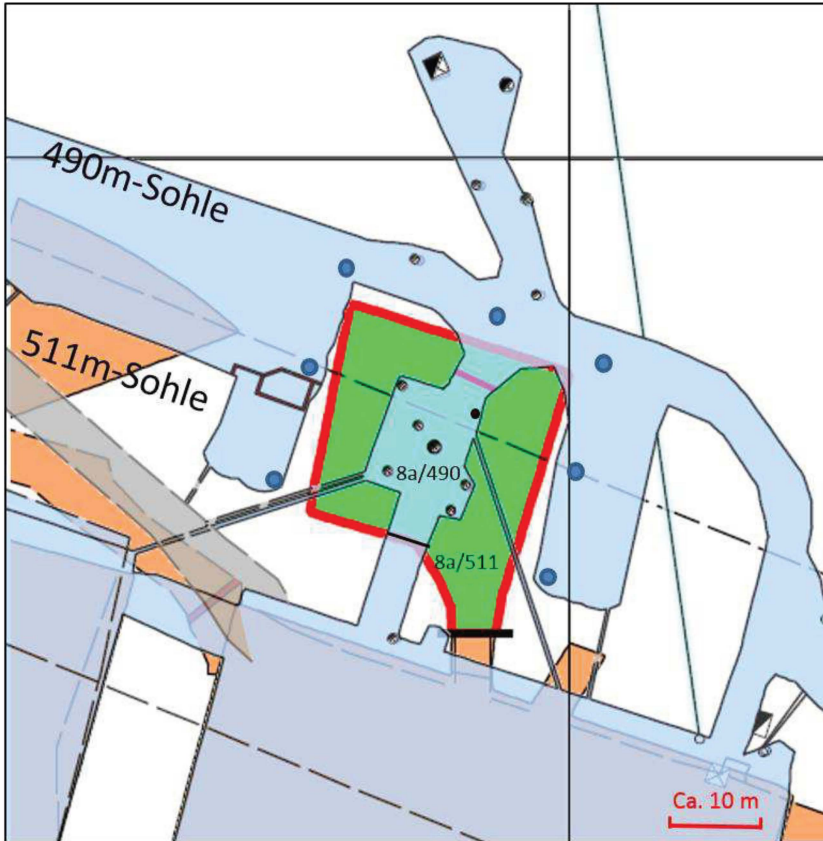


Abbildung 93: Vertikalbohrungen (blau) zur Erkundung der Schwebe zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer und der Pfeiler der ELK 8a/511

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 156 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

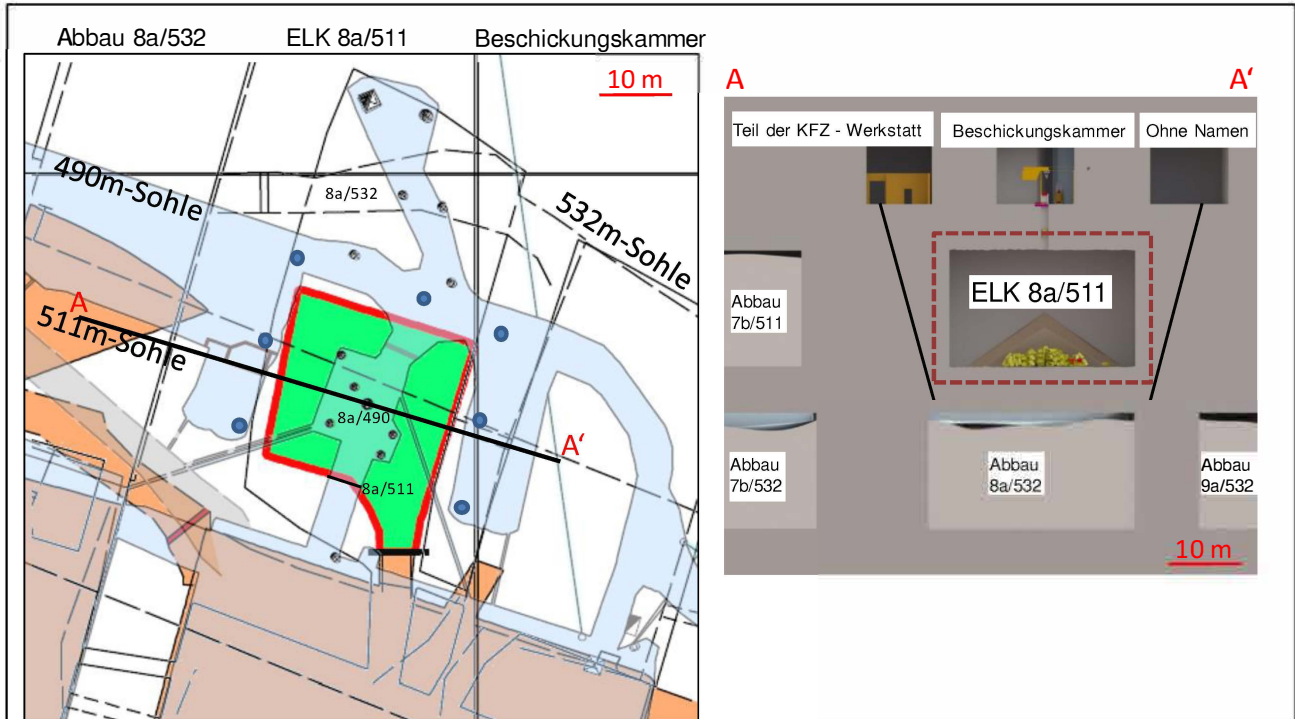


Abbildung 94: Exemplarische Vertikalbohrungen in Riss und Schnitt (rote gestrichelte Linie stellt den einzuhaltenden 2 m Abstand zur Kammer dar)

- **Standsicherheit der Sohle der ELK 8a/511**

Die Standsicherheit der Sohle der Einlagerungskammer ist maßgeblich vom Zustand des unterhalb befindlichen Abbaus 8a/532 sowie Konvergenzerscheinungen bestimmt. Nach der geplanten Firstspaltverfüllung des Abbaus 8a/532 sind die standsicherheitlichen Voraussetzungen für die Rückholung der Abfälle aus der ELK 8a/511 als deutlich verbessert zu betrachten, da etwaige Auflockerungsbereiche oder Schwächungszonen innerhalb der Schweben dann kein relevantes Senkungspotential mehr entwickeln können. Unabhängig davon, ob der dort beobachtete Firstspalt bis zum Beginn der Maßnahmen zur Rückholung noch offen steht oder verfüllt ist, sind Maßnahmen zur Untersuchung und zum Nachweis der Standfestigkeit der Schweben zwischen ELK 8a/511 und Abbau 8a/532 durchzuführen. Die Erkundung erfolgt mittels Bohrlochscanner und Bohrlochradarmessung in einer zu diesem Zweck zu erstellenden Horizontalkernbohrung in die Schweben zwischen den Kammern 8a der 532-m-Sohle und der 511-m-Sohle beziehungsweise indirekt mit Vertikalbohrungen von der 490-m-Sohle, wie in Abbildung 94 rechts dargestellt, die die ELK 8a/511 nicht durchörttern. Dabei dienen die mit dem Bohrlochscanner erkannten Strukturen zur Absicherung der Interpretation der Ergebnisse aus den Radarmessungen.

Auswertung und weitere Nutzung der Daten

Die aus den nicht-invasiven und invasiven Untersuchungen gewonnenen Messwerte sind nach ihrer Auswertung nicht nur singulär zu betrachten, sondern für die weitere fundierte Bewertung und effektive Planung in den Kontext mit allen zur Verfügung stehenden Informationen zu bringen. Dazu ist es erforderlich, sie in weiterführende Modelle einzupflegen. Diese Modelle betreffen einerseits beispielsweise den gebirgsmechanischen Zustand, sind andererseits aber auch in die Rechenmodelle



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 157 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

zu integrieren, mit denen beispielsweise die Dosisleistung in der Einlagerungskammer berechnet wurde. Auf Basis der Messdaten können die Modell dann verfeinert werden.

- **Gebirgsmechanischer Zustand**

Die Überprüfung der Standsicherheit der Einlagerungskammer ist als wesentliches Ziel der Erkundung benannt, weil sie erheblichen Einfluss auf die Wahl des Zugangs, die Ausgestaltung und den Umfang der Sicherungsmaßnahmen und der Entscheidung für das Rückholverfahren hat. Die Vorhaltung und Pflege eines geotechnisch numerischen Modells, in dem die diesbezüglichen Informationen und Kenntnisse gebündelt werden, ist daher die Grundlage für die ziel- und bedarfsgerichtete weitere Planung. Die Auswertung des numerischen Modells zeigt systematisch etwa vorhandene Schwachstellen und instabile Bereiche im Gebirge auf und wird mit neu gewonnenen Daten verfeinert und aktuell gehalten. Daraus ergeben sich beispielsweise Vorgaben für die Ausgestaltung der Sicherung mit Gebirgsankern oder anderer Sicherungsmaßnahmen.

- **Lage der Gebinde und deren Zustand**

Mit den Informationen zur Lage der Gebinde werden wichtige Fakten hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Aufstellflächen für Einrichtungen zur Gebirgssicherung oder der Bergung gewonnen. Diese sind mittels CAD aufzubereiten, so dass beispielsweise Arbeitsbereiche möglichst präzise festgelegt oder das gezielte Beräumen von Gebinden zur Herstellung der Baufreiheit geplant werden kann.

Im Zuge der Erfassung des Gebindezustands sind in der anschließenden Auswertung Klassifizierungen vorzunehmen und aufzulisten, anhand derer sich die weitere Planung ausrichten kann. Dies beinhaltet die Einteilung in visuell unbeschädigte oder beschädigte Gebinde. Dabei sind die Beschädigungen von leichter Deformierung des Rollreifenfasses in verschiedenen Graden bis hin zu Besonderheiten, wie zum Beispiel Austritt von Bitumen und Verkleben von Gebinden zu differenzieren. Im Ergebnis sind die Informationen beispielsweise Grundlage für die Auslegung der Werkzeuge zur Bergung oder zum Trennen von Gebinden.

- **Dosisleistung**

Ähnlich wie der Gebindezustand ist auch die Dosisleistung in der Einlagerungskammer sowie der einzelnen Gebinde für die weitere Planung der Rückholung wegweisend. Dies bezieht sich einerseits auf die Zugänglichkeit der ELK 8a/511 für Personen, andererseits auch für die Auslegung der Umverpackung für die Rückholung der Gebinde. Die Klassifizierung der Gebinde und Auflistung der jeweiligen Dosisleistung dient der ersten Orientierung über die Höhe der Dosisleistung einzelner Gebinde und hat damit auch Einfluss auf die Festlegung der Abschirmung der Umverpackung.

- **Kammeratmosphäre**

Die erhobenen Daten einer gezielten Beprobung dienen der ersten Orientierung zur möglichen Ausgasung aus dem Abfallinventar einzelner Gebinde oder aufgrund von Korrosionsprozessen und erfolgt in erster Linie zur detaillierten Festlegung weiterer erforderlicher beweissichernder Messungen. Eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre kann aufgrund der fortdauernden Absaugung der Atmosphäre aus der Einlagerungskammer ausgeschlossen werden.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 158 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

10.3.2 Erkundung während der Anbindung an die ELK 8a/511

Durch die vorangegangenen in Kapitel 10.2.1 beschriebenen Erkundungsmaßnahmen, deren Ergebnisse ausschlaggebend für die Wahl des Zugangs zur ELK 8a/511 und die Festlegung der Rückholungsvariante waren, liegen Kenntnisse über die Lage, Form und den Zustand der Gebinde, die Quantität der Bedeckung des Gebindestapels, Bereiche erhöhter Radioaktivität und des unbedeckten/befahrbaren Areals der Sohle vor. Gebirgsmechanisch liegen verifizierte Bewertungen des Gebirgszustandes durch das numerische Modell in Zusammenhang mit den Ergebnissen der durchgeführten Bohrungen in die Stöße, Firste und Sohle vor.

Zusätzlich zu den standardmäßigen Explorationstätigkeiten beim Auffahren einer Strecke sind weitere Erkundungen zur Auffahrung des Kammerzugangs erforderlich. Art und Umfang dieser Erkundungen werden in Abhängigkeit der bereits gewonnenen Erkenntnisse (z.B. aus Radarmessungen) geplant.

Bei Annäherung an die ELK 8a/511 sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Hier ist zu beachten, dass durch Aufschluss bestehender Risse oder Auflockerungen im Stoß Wegsamkeiten zwischen Einlagerungskammer und Strecke entstehen können. Vorsorglich ist während des Vortriebs ab einer Entfernung von beispielsweise 10 m zur Kammer eine Horizontalbohrung in Kammerrichtung durchzuführen. Dabei bietet die Anwendung des Bohrkernverfahrens die größtmögliche Aufschlussinformation. Mit der Durchführung von Kamerabefahrungen oder Bohrlochscans in der Bohrung lässt sich die geologische und geotechnische Aufnahme sowie der Aufschluss über mögliche Trennflächen im Gestein verifizieren.

Es ist vorgesehen, Bohrklein aus der Erkundung und Haufwerk aus der Auffahrung in bestimmten, noch festzulegenden Abschnitten zu entnehmen und zu untersuchen. Die radiologische, geologische und geotechnische Aufnahme wird dokumentiert und bewertet. Auf Grundlage dieser Informationen wird bestimmt, wieviel Meter Gebirge zur Kammer mindestens stehen bleiben müssen, bevor der Einbau der Schleuse zur Vermeidung einer Kontaminationsverschleppung und Ausführung strahlenschutztechnischer Tätigkeiten notwendig ist. Die chemische, geologische und radiologische Charakterisierung des Haufwerkes dient neben der Erkundung auch der Festlegung des Entsorgungsweges für das jeweilige Material.

10.3.3 Erkundung nach Öffnen der ELK 8a/511 und während der Bergung der Gebinde

Die Erkundung während der Bergung der Gebinde deckt sich in weiten Teilen mit den aus genehmigungsrechtlichen Gründen auszuführenden betriebsbegleitenden Messungen. Insofern sind die nachstehend aufgeführten Messungen als Erkundung im erweiterten Sinne zu betrachten, da sich in diesem Zusammenhang Erkundung und Betrieb nicht klar abgrenzen lassen.

Im Rahmen der Rückholung erfolgt zur Sicherstellung des radiologischen Arbeitsschutzes eine kontinuierliche Messung der Ortsdosisleistung in der Einlagerungskammer. Weiterhin werden die eingelagerten Gebinde durch verschiedene Untersuchungen näher spezifiziert. Durch radiologische Untersuchungen (wie der Nutzung einer gammasensitiven Kamera) erfolgt eine Klassifizierung der einzelnen Gebinde. Diese Messungen erfolgen bergungsbegleitend, so dass Rückschlüsse auf das Aktivitätsinventar einzelner Gebinde gezogen werden können. Außerdem ermöglicht die Entnahme von Proben aus zerstörten Gebinden, wenn Abfallbestandteile frei zugänglich sind, eine genauere Spezifikation des Inhaltes. Diese Daten können für die weitere Konditionierung der Abfälle über Tage von Bedeutung sein und werden daher direkt im Zuge der Bergung mit aufgenommen. Gleiches gilt



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 159 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

auch für die regelmäßige Entnahme von Haufwerksproben, sofern das Haufwerk aus der Einlagerungskammer gefördert werden soll.

Parallel dazu erfolgt eine messtechnische Überwachung der an Schwebstoffe gebundenen Radionuklide. Diese Messwerte lassen eine Abschätzung zu, welches Kontaminationsniveau durch staubförmige Ablagerungen auf Maschinen und Geräten zu erwarten ist. Diese Kenntnisse sind vor allem hinsichtlich des radiologischen Arbeitsschutzes von Bedeutung, um für mögliche Dekontaminationsmaßnahmen die entsprechenden Strahlenschutzmaßnahmen festzulegen.

Über die Entnahme von Gasproben wird die Zusammensetzung der Atmosphäre in der ELK 8a/511 kontinuierlich überwacht.

Dosisleistung

Während der Rückholung erfolgt aus Gründen des betrieblichen Strahlenschutzes eine kontinuierliche Messung der Dosisleistung in der Einlagerungskammer. In Verbindung mit einer gammasensitiven Kamera werden die Ergebnisse dieser Messungen genutzt, um zusätzliche Erkenntnisse über die Verteilung der Dosisleistung in der Einlagerungskammer zu erhalten und so beispielsweise den Bergprozess in Bezug auf die Strahlenexposition bei möglichen Interventionen zu optimieren. Die Bergung dieser Gebinde erfolgt dann gezielt zur Verringerung des Aktivitätsinventars in der ELK 8a/511. Die Messung der Dosisleistung einzelner Gebinde dient zur Festlegung einer bestimmter Reihenfolge und die Einstellung in vorher festgelegte Innenbehälter bei der Beladung der Umverpackungen. Auf diese Weise können Innenbehälter mit einer entsprechenden Abschirmung versehenen Umverpackung ausgewählt werden (siehe Kapitel 7.2.3.).

Feststoffproben

In der Einlagerungskammer werden neben dem Haufwerk auf der Sohle, welches bereits zum Zeitpunkt der Einlagerung der Gebinde dort lag, möglicherweise weitere Feststoffe vorliegen. Hierzu können einerseits Haufwerk, das aufgrund von Löserfall bzw. Abschaltungen von den Stößen oder während der Auffahrung des Zugangs zur ELK 8a/511 in die Kammer gelangte, andererseits auch Material, welches aus den Gebinden selbst stammt, gehören. Durch die Tätigkeiten in der Einlagerungskammer können die Schwebstoffe mobilisiert werden und zu Oberflächenkontaminationen führen.

Im Zuge der Erkundung werden sowohl vom Haufwerk als auch von Abfallbestandteilen Proben entnommen. Diese Proben dienen in erster Linie der chemischen, geologischen und radiologischen Charakterisierung für die Bergung und Verwertung bzw. Entsorgung der Reststoffe aus der ELK 8a/511.

Im Rahmen der Entnahme von Feststoffproben können weiterhin auch Erkenntnisse über an Schwebstoffe gebundene Radionuklide erhalten werden.

Schwebstoffe

Durch die Bergung der Gebinde kann es zu Aufwirbelungen von Stäuben von der Sohle der Einlagerungskammer bzw. bei der Handhabung von Gebinden kommen. Dies gilt insbesondere für den Fall, wenn sich Fahrzeuge auf der Sohle der Einlagerungskammer bewegen oder Gebinde in Bewegung geraten. Da diese Stäube mit großer Wahrscheinlichkeit kontaminiert sind, werden diese bereits am Ort der Entstehung durch eine entsprechende Entstaubungsanlage (siehe Kapitel 11) abgesaugt. Im Idealfall kann auf diese Weise die Verbreitung von Kontaminationen innerhalb der ELK stark reduziert werden. Dies gilt insbesondere für die an Schwebstoffe gebundenen radioaktiven Stoffe, die über den Luftweg bis zum Einlass der Abluftfilteranlage gelangen können. Aufgrund der



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 160 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Lage der Abluftfilteranlage in der Beschickungskammer können nur die an diese Schwebstoffe gebundenen radioaktiven Stoffe dorthin gelangen und von dort in die Umgebung abgeleitet werden. Die Aktivitätskonzentration von an Schwebstoffe gebundenen Radionukliden wird im Abwetterstrom vor und hinter dem Abluftfilteranlage der ELK 8a/511 gemessen. Mit diesen Messdaten kann die reale Effizienz der Abwetterfilterung bestimmt werden. In Verbindung mit einer weiteren Messstelle auf der Sohle der Einlagerungskammer wird weiterhin bestimmt, wie groß der Anteil der mit radioaktiven Stoffen beladenen Partikel ist, der durch die Tätigkeiten im Zuge der Bergung der Gebinde bis an die Öffnung der Abluftfilteranlage gelangt. Auf Basis dieser Daten werden realistische Freisetzunganteile aus dem Haufwerk bestimmt. Diese Messdaten können ggf. für eine spätere Nachweisführung für die Rückholung der Abfälle von der 725-m-Sohle bzw. der 750-m-Sohle herangezogen werden.

Zusätzlich kann auf der Basis der Messwerte der Konzentration von am Schwebstoffe gebundenen Radionukliden auch die Wirksamkeit der Entstaubungsanlage geprüft werden. Durch die kontinuierliche Absaugung von Stäuben aus der Einlagerungskammer und deren Abtrennung aus der Atmosphäre kann das Niveau der nicht festhaftenden Kontaminationen in der Einlagerungskammer möglicherweise reduziert werden.

Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre/Gasbildung

Die Abwetter aus der Einlagerungskammer werden kontinuierlich auf ihre Zusammensetzung überwacht. Dabei wird neben einer Elementanalyse der Atmosphäre auch der Anteil von organischen Bestandteilen untersucht. Die Überwachung dient in erster Linie dem Nachweis, dass auch bei der Anwesenheit von Wasserstoffgas eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in der ELK 8a/511 weiterhin ausgeschlossen werden kann. Im Rahmen der Elementanalyse wird geprüft, ob sich in der Atmosphäre Spuren von Wasserstoff befinden. Diese geben einen Hinweis darauf, dass in der Einlagerungskammer bzw. in den Gebinden anaerobe Korrosionsprozesse ablaufen. Die Ergebnisse der Messungen können Hinweise auf den Zustand der Gebinde geben, die innerhalb des Gebindekegels liegen und daher den optischen Erkundungsverfahren nicht zugänglich sind.

10.3.4 Erkundung vor dem Verfüllen der ELK 8a/511

Das Kontaminationsniveau der Sohle und Stöße dient als Teil der Datengrundlagen für die Führung des Langzeitsicherheitsnachweises. Daher werden nach Leerung der Einlagerungskammer eine radiologische Untersuchung der Kammerwandungen, insbesondere der Sohle sowie des in der ELK 8a/511 verbleibenden Haufwerkes durchgeführt und dokumentiert.

10.4 ERKUNDUNGSVERFAHREN UND ZU BESTIMMENDE PARAMETER

Im Rahmen der Erkundung ist in Abhängigkeit von den in Kapitel 10.2 erläuterten Erkundungszielen der Einsatz verschiedener Untersuchungsverfahren (Kapitel 10.4.1 bis 10.4.3) notwendig. Die aus den Untersuchungen gewonnenen Messwerte werden nach ihrer Auswertung für eine weitere fundierte Bewertung und eine effektive Planung der weiteren Schritte zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 in den Kontext mit allen zur Verfügung stehenden Informationen gebracht, um ein umfassendes Bild über den gebirgsmechanischen Zustand um die ELK 8a/511, die radiologische Situation innerhalb der ELK 8a/511 sowie des Gebindezustandes zu erhalten. Die Daten werden zusammengefasst und in weiterführende Modelle eingepflegt (Kapitel 10.4.4).



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 161 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Die einzelnen Erkundungsverfahren lassen sich einteilen in die Bereiche:

- radiologische und chemische Untersuchungen,
- bildgebende Verfahren und
- geophysikalische- und geotechnische Messungen.

Dabei sind verschiedene Verfahren auch für die Erkundung mehrerer Ziele geeignet.

Bezüglich der technischen Umsetzung sind die Verfahren zum Teil an eine bestimmte Untersuchungsmethodik gebunden, teils stehen aber auch mehrere Varianten zur Ausführung zur Verfügung. Generell bestehen folgende Möglichkeiten für die Erkundung:

- Erkundung von außen,
- Erkundung durch Bohrungen,
- Erkundung innerhalb der Einlagerungskammer.

Bei der Erkundung von außen sind es in erster Linie Kontaktflächen wie Sohle, Firste oder Stoß, die beispielsweise mittels Radarverfahren erkundet werden.

Bei der Erkundung durch Bohrungen wird in der Regel eine Verbindung zwischen der im Bohrloch verfahrenen Sonde und dem Steuer- und Aufzeichnungsgerät mittels Messkabel oder Schlauch hergestellt. Im Unterschied dazu sind Shuttle-Systeme, wie beispielsweise Bohrlochverlaufssonden, autark ausgelegt und benötigen keine Kabelverbindung.

Die größte Anzahl an Variationsmöglichkeiten besteht bei der Erkundung innerhalb der Einlagerungskammer. Hier können Sonden an Seilen, Stäben oder Gestängen durch die vorhandenen Bohrungen aus der Beschickungskammer abgelassen werden. Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz von Drohnen, die speziell für die ferngesteuerte Inspektion und Erkundung unzugänglicher Räume geeignet ist. Besonderes Merkmal ist dabei die Kollisionstoleranz, die durch einen leichten aber ausreichend robusten kugelförmigen Schutzkäfig mit einem Durchmesser von ca. 400 mm gewährleistet wird. Dabei ermöglicht ein integrierter Entkoppelungsmechanismus einen stabilen Weiterflug auch im Falle einer Kollision.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 162 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		



Abbildung 95: Drohne mit Schutzkäfig (Flyability)

Für Untersuchungsgebiete, die wie das Innere des Gebindekegels, wegen kleinräumiger und verwinkelter Geometrie der Zwischenräume mittels Drohne nicht erschlossen werden können, eignen sich Endoskopiesysteme. Die Systeme verfügen über einen sogenannten Schwannenhals, dessen Länge auf die Anwendung ausgelegt werden kann und über eine Anpassungsmöglichkeit für Kamera oder Messsonde verfügt. Der Einsatz des Systems erfolgt entweder durch die vorhandenen Bohrungen aus der Beschickungskammer und Positionierung unmittelbar oberhalb des Gebindekegels oder durch ein zuvor in die Einlagerungskammer abgelassenen ferngesteuerten Fahrzeug (Rover), mit dem unterschiedliche Punkte am Fuß des Gebindekegels erreicht werden können, um den Schwannenhals in die Fasszwischenräume einzuführen. Im Rahmen der Planungen zur Erkundung ist in jedem Fall zu berücksichtigen, dass die eingesetzte Technik auch für den Einsatz in unter einer hohen Energiedosisleistung (mehrere Gy/h bei Einsatz unmittelbar am oder im Gebindekegel) geeignet ist. Dies gilt insbesondere für den Einsatz von bildgebenden Verfahren.

10.4.1 Radiologische und chemische Untersuchungen

Die radiologische Situation innerhalb der ELK 8a/511 kann bereits auf Basis der im Jahr 1996 durchgeführten Messungen der Dosisleistung (BGE, 2018) sowie der Befunde auf den Filterzellen der Abluftfilteranlage (Asse-GmbH, 2017) näherungsweise beschrieben werden. Für die weiteren Planungen der Tätigkeiten zu Rückholung müssen diese Daten jedoch verifiziert bzw. aktualisiert werden.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 163 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Messung der Dosisleistung

Die Dosisleistung innerhalb der ELK 8a/511 wird sich durch den Zerfall im Vergleich zu der Messung aus dem Jahr 1996 insbesondere in Bezug auf die vom eingelagerten Co-60 verursachte Direktstrahlung massiv verringert haben. Mit Bezugsdatum 01.01.2028 (Assekat 9.2, 2010a) wird die Direktstrahlung in erster Linie durch das Nuklid Cs-137 bestimmt. Aufgrund der inhomogenen Verteilung zwischen den einzelnen Chargen der eingelagerten Gebinde kann die Dosisleistung innerhalb der Einlagerungskammer räumlich stark variieren. Daher ist es sinnvoll, die Dosisleistung innerhalb der Einlagerungskammer orts aufgelöst zu messen. Hierzu kann neben der im Kapitel 10.4.2 beschriebenen gammasensitiven Kamera beispielsweise eine Dosisleistungsmesssonde mit Datenlogger eingesetzt werden. Die Dosisleistung kann an verschiedenen Stellen der ELK 8a/511 durch Nutzung der bereits vorhandenen Öffnungen in der Schwebzelle zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer seilgeführt durch eine taufenabhängige Messung erzielt werden. Alternativ besteht gegebenenfalls die Möglichkeit der ortsveränderlichen Messung innerhalb der Einlagerungskammer durch Montage der Dosisleistungsmesssonde auf einer Drohne.

Der Gehalt von an Schwebstoffen gebundenen Radionukliden in der ELK 8a/511 wird vor Beginn der Tätigkeiten zur Rückholung der MAW-Gebinde in der Atmosphäre in der Einlagerungskammer mittels eines Aerosolmonitors direkt bestimmt. Ergänzend dazu können die Schwebstoffe in der Atmosphäre auch mittels eines sammelnden Verfahrens wie beispielsweise über die Bestäubung eines Filters längerfristig akkumuliert werden. Anhand dieser Ergebnisse können Rückschlüsse auf die an Schwebstoffe gebundenen Radionuklide gezogen werden.

Feststoffproben

Das Lockermaterial in der Einlagerungskammer ist möglicherweise kontaminiert. Um weitere Erkenntnisse über diese Kontaminationen zu erhalten, werden Feststoffproben aus der Einlagerungskammer entnommen. Diese können beispielsweise über ein Probenentnahmegefäß direkt oder auch bei ausreichend geringer Korngröße über ein saugendes Verfahren (z. B. mittels eines Staubsaugers, einer Drohne oder auch mittels eines seil- oder stabgebundenen Verfahrens) entnommen werden. Die Feststoffproben werden im Anschluss an die Entnahme radiologisch (z. B. α -, β - und γ -Spektrometrie) und auf ihre Materialeigenschaften wie Zusammensetzung oder physikalische Eigenschaften (z. B. bei Bitumenproben) hin ausgewertet.

10.4.2 Bildgebende Verfahren

Bildgebende Verfahren erzeugen aus Messgrößen eines realen Objektes ein Abbild, wobei die Messgröße oder eine daraus abgeleitete Information orts aufgelöst und über Helligkeitsstufen oder Farben kodiert visualisiert wird. Sie sind sowohl in der Lage komplexe Situationen in ihrer Gesamtheit zu erfassen, als auch Detailinformationen so aufzulösen, dass im Ergebnis eine auf den Anwendungsfall abgestimmte möglichst präzise Erfassung des Zustands erzielt wird. Bei den hier in Rede stehenden Untersuchungen ist die Anwendung der bildgebenden Verfahren sinnvoll, um Detailinformationen über die Kammerwandungen, Bohrlochwandung und die eingelagerten Gebinde zu erhalten. Die bildgebenden Verfahren ermöglichen durch perspektivische Auswertungen die Errechnung von referenzierten Raumdaten.

Videokamerabefahrung

Der Einsatz von konventionellen, lichtoptischen, selbststabilisierenden Kameras setzt voraus, dass eine auf die Größe der MAW-Kammer ausgelegte Lichtquelle und eine entsprechend lichtempfindliche Optik zur Verfügung stehen. Die Lichtquelle kann in das Kamerasystem integriert sein. Sollte



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 164 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

die integrierte Beleuchtungseinrichtung aufgrund der räumlichen Verhältnisse nicht ausreichend sein, ist der Einsatz einer externen Lichtquelle, die über eine vorhandene Bohrung eingebracht wird, vorgesehen. Die Kamerabefahrung kann sowohl vertikal stab- oder gestängegeführt mit Schwenkkopf über die vorhandenen Bohrungen aus der Beschickungskammer, als auch durch Einsatz einer Drohne erfolgen. Vorteil der Drohne ist eine praktisch abschattungsfreie Aufnahme sowie die Möglichkeit, Besonderheiten, die für die Rückholung relevant sind, durch gezielte Annäherung im Nahbereich und von verschiedenen Standorten detailliert zu erfassen.

Für die Untersuchung von Bohrungen liefern Bohrlochkameras Informationen zu Strukturen an der Bohrlochwandung und anderen Auffälligkeiten (siehe Kapitel 10.4.3).

Gammasensitive Kamera

Gammasensitive Kameras sind mit einer auf Gammastrahlung emittierende Radionuklide empfindlichen Sensorik ausgerüstet und bilden die nuklidspezifische Gammastrahlung orts aufgelöst ab. Die Technik ist im Bereich der nuklearen Anwendung bewährt und wird beispielsweise für die Identifikation von Bereichen mit hoher Dosisleistung auf großen Flächen eingesetzt. Durch den Einsatz von Kollimatoren und der mobilen Montage wie z. B. auf einem im Rahmen der Bergung innerhalb der Einlagerungskammer eingesetzten Fahrzeug oder Gestänge wird die Höhe und die Verteilung der Dosisleistung auf der Außenseite des Gebindekegels bestimmt. Die Befahrung mit der gammasensitiven Kamera kann sowohl vertikal stab- oder gestängegeführt mit Schwenkkopf über die vorhandenen Bohrungen aus der Beschickungskammer, als auch durch Einsatz einer Drohne erfolgen. Vorteil der Drohne ist eine praktisch abschattungsfreie Aufnahme sowie die Möglichkeit, Besonderheiten, die für die Rückholung relevant sind, durch gezielte Annäherung im Nahbereich und von verschiedenen Standorten detailliert zu erfassen.

Laserscanning

Laserscanning (auch Laserabtastung) bezeichnet das zeilen- oder rasterartige Überstreichen von Oberflächen mit einem Laserstrahl, um diese zu vermessen und ein Abbild zu erzeugen. Hierzu wird ein Scannersystem über die Beschickungsöffnung oberhalb der MAW-Kammer eingebracht (Abbildung 96). Ist das System oberhalb des Gebindekegels in Position, rotiert der Kopf, bei gleichzeitiger Neigung des Scanners. Auf diese Weise kann der gesamte unverdeckte Hohlraum erfasst werden. Bedingt lassen sich hierbei auch Materialparameter bestimmen. Für die Überführung des in einem örtlichen System aufgenommenen 3D-Modells in ein bestehendes Koordinatensystem ist es erforderlich, in die Messung mindestens ein Zielzeichen zu integrieren, dessen Koordinaten bekannt sind. Mit dieser Georeferenzierung können die Messdaten das bestehende 3D-Modell der Schachtanlage Asse II transformiert werden. Ein Beispiel einer Hohlraumaufnahme mit dem 3D-Scanner ist in Abbildung 97 dargestellt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 165 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

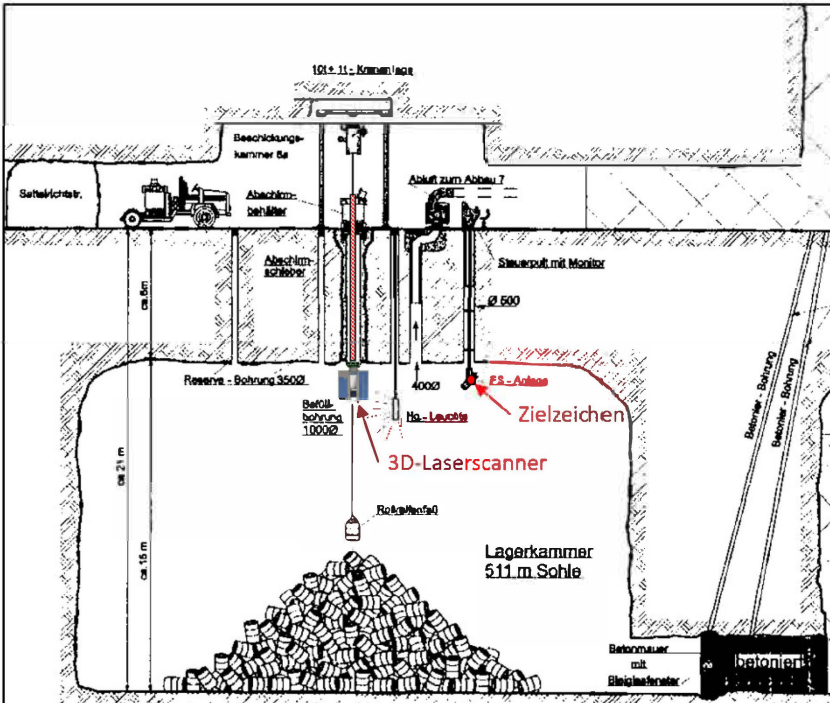


Abbildung 96: Beispielhafte Position des 3-D-Laserscanners in der ELK 8a/511



Abbildung 97: Beispielscan eines unbeleuchteten Hohlrums (LGBR, Mainz)

10.4.3 Bohrloch- und geophysikalische Messungen



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 166 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

An den zur Gebirgsbeherrschung und zur Kalibrierung eines geotechnisch-numerischen Modells durchzuführenden Bohrungen gibt die Anwendung geophysikalischer Messungen Auskunft über lithologische, tektonische, strukturelle und petrophysikalische Eigenschaften der durchbohrten Gesteine. Ferner finden Bohrlochvermessungen sowie die Erkundung des Umfeldes der Bohrungen zur Erreichung der in Kapitel 10.2.1 genannten Ziele Anwendung.

Videokamerabefahrung in Bohrungen

Im Zusammenhang mit der Erstellung von Bohrungen ist der Einsatz von Bohrlochkameras zur Untersuchung und Dokumentation erprobte Praxis auf der Schachtanlage Asse II. Die vorgehaltenen Systeme verfügen über verschiedene Ausstattungen. Für die Sondierung werden sowohl Systeme mit Glasfiber-Schubkabel, als auch auf Bohrgestänge adaptierte Kameras eingesetzt. Die Verwendung eines Schwenkkopfes und die Zoomfunktion erhöht die Einsatzmöglichkeiten und hat sich in der Praxis bewährt.

Bohrlochverlaufsmessung

Kenntnisse über den Bohrlochverlauf sind für die Auswertung weiterer bohrlochgeophysikalischer Messungen unumgänglich, um identifizierte Strukturen bzw. Auflockerungszonen genau zu lokalisieren. Der Bohrlochverlauf wird mit Hilfe von Kreiselsonden (Gyro) gemessen. Zum Einsatz kommen Laser-Kreisel. Die Laser-Systeme sind in Bohrlochsonden eingebaut und arbeiten üblicherweise autark (Shuttle Prinzip).

Bohrlochscan

Die Visualisierung der Bohrlochwandung gibt Aufschluss über Art und Zustand des umgebenden Gesteins und dient der Verifizierung der durch das numerische Modell prognostizierten Auflockerungszonen. Optische Scanner liefern ein orientiertes, optisches, abgerolltes Bild der Bohrlochoberfläche. Sie geben in-situ Bilder der Bohrlochwand in hoher Auflösung und liefern damit Informationen über den Aufbau, die Klüftigkeit, etc. des durchbohrten Materials. Die Ergebnisse können mit Bohrkernen abgeglichen werden. Dies erlaubt eine Überprüfung der räumlichen Orientierung beispielsweise von Schichtflächen.

Radar (sowohl als Oberflächenradar in der Beschickungskammer und den benachbarten Strecken als auch im Bohrloch)

Das Radarverfahren nutzt kurze elektromagnetische Impulse, die von der Oberfläche in den Untergrund abgestrahlt und nach der Reflexion an Schichtgrenzen und Objekten oder der Streuung an Einlagerungen wieder empfangen werden. Dabei werden die Laufzeiten und Amplituden der elektrischen Feldstärke E dieser Impulse aufgezeichnet. Die Untersuchungen sollen möglichst detaillierte Informationen über den gebirgsmechanischen Zustand ergeben.

Bei gerichteten Radarsondierungen erfolgt die Aufzeichnung der Messwerte nicht omnidirektional, sondern durch geeignete Abschirmung nur in den für die Untersuchung gewählten Bereich. Im Sinne einer Verbesserung der Signalqualität bei der Radarmessung ist bei einer Wiederholungsmessung innerhalb der Beschickungskammer das Beseitigen von nicht fest eingebauten metallischen Gegenständen empfehlenswert.

Radar Tomographie (Cross-hole)

Eine Erweiterung des Radarmessverfahrens ist die Cross-hole Tomographie, bei der zwei Bohrlöcher mit Sende- und Empfangseinheiten (Antennen) bestückt werden. Bei der Auswertung wird eine Vielzahl sich kreuzender Wellenstrahlen verarbeitet, aus denen durch eine Inversionsrechnung das



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 167 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Geschwindigkeitsfeld konstruiert wird. Dadurch liefert die Auswertung der Radartomographie eine flächige Darstellung mit verbesserter Richtungsgenauigkeit.

Kalibermessung

Für die Erfassung des Bohrlochdurchmessers werden Kalibersonden eingesetzt, die über 3 oder mehr bewegliche Messarme verfügen, mit denen während der Messung die Bohrlochwandung kontinuierlich abgetastet wird. Die Spreizung und Bewegung der Messarme wird aufgezeichnet, in linearem Maßstab teufenabhängig dargestellt und weist Abweichungen des Bohrlochdurchmessers vom Sollwert aus.

10.4.4 Geotechnische Messungen

Geotechnische Messungen in der Umgebung der Einlagerungskammer geben Aufschluss über die gebirgsmechanische Situation in deren Umfeld und die erhobenen Daten dienen der Kalibrierung eines numerischen Modells. Für die Erlangung geotechnischer Messdaten werden Bohrungen in die zu untersuchenden Bereiche erstellt. In den Bohrlöchern werden Spannungs- und Permeabilitätsmessungen durchgeführt. Vorzugsweise werden zu diesem Zweck Kernbohrungen gewählt, da an den Bohrkernen weiterführende Untersuchungen durchgeführt werden können. Grundlage für eine aussagekräftige Bewertung des gebirgsmechanischen Zustandes ist die Verknüpfung der Ergebnisse der Permeabilitätsmessungen mit den Spannungssondierungen, so dass eine Abstimmung der Messbereiche erforderlich ist.

Spannungssondierungen

Die hydraulische Spannungssondierung ist eine Methode, mit der die minimale Druckeinspannung im Gebirge ermittelt wird. An ausgewählten Messpunkten wird ein kurzer Abschnitt des Bohrloches als Prüfraum abgedichtet, der mit einem Fluid, z. B. Hydrauliköl, druckbeaufschlagt werden kann. Die Druckbeaufschlagung erfolgt solange, bis es zu einem Aufreißen, d. h. der Überschreitung der Zugfestigkeit des Korngefüges an der Bohrlochkontur kommt. Die notwendigen Drücke und die Ausrichtung der induzierten Risse sind primär vom herrschenden Gebirgsspannungszustand bzw. den Gebirgseigenschaften abhängig und entsprechend auswertbar. Das beschriebene Verfahren gehört zur erprobten Praxis in Salzbergwerken und wird auch auf der Schachtanlage Asse II mit Erfolg angewendet.

Permeabilitätsmessungen

Mittels Permeabilitätsmessungen werden Aussagen zu der vorhandenen Durchlässigkeit – beispielsweise zum Erkennen entfestigter Gesteinspartien – in dem untersuchten Gebirgsbereich getroffen. An ausgewählten Messpunkten wird ein kurzer Abschnitt des Bohrloches als Prüfraum abgedichtet, der mit einem Fluid z. B. Druckluft beaufschlagt werden kann und so einen instationären Strömungsprozess im Porenraum des Gebirges anregt. Dieser wird in seinem zeitlichen Verlauf erfasst und ausgewertet. Das beschriebene Verfahren gehört zur erprobten Praxis in Salzbergwerken und wird auch auf der Schachtanlage Asse II mit Erfolg angewendet.

Bohrkernauswertung

Neben der allgemeinen stratigraphischen und sedimentologischen Kernansprache, die üblicherweise bei Kerngewinn durchgeführt wird, werden die Bohrkernkerne auch im Rahmen einer geotechnischen und -mechanischen Bohrkernanalyse untersucht.

Die geotechnische Untersuchung beschreibt und dokumentiert die Art, Beschaffenheit und Menge der Trennflächen (Trennflächengefüge) und ihre Winkel am Kern. Nach Orientierung des Bohrkerns,



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 168 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

werden diese Strukturen geographisch eingeordnet (Streichen und Fallen), und können so in ein koordinatenbasiertes Modell integriert werden. Ersatzweise kann das Trennflächengefüge auch mittels eines Bohrlochscans bestimmt werden.

Einaxiale Druckversuche bestimmen Gesteinseigenschaften wie die Gesteinsfestigkeit (definiert durch das Verformungsmodul und die Poissonzahl); bei der Durchführung von drei-axialen Druckversuchen wird unter Anderem die Scherfestigkeit ermittelt. Mittels Langzeitversuchen lassen sich Parameter zum Kriechverhalten bestimmen. Für die Untersuchungen bzw. Parametrisierung von stark beanspruchten und entfestigten Gebirgsbereichen sind ggf. weitergehende Untersuchungen notwendig.

Die aufbereiteten Messergebnisse und Informationen werden in einer Datenbank verwaltet und fließen direkt in das geotechnisch numerische Modell ein.

10.4.5 Geomechanische Berechnung und Modellierung

Die Berechnung, bzw. Aktualisierung und Diskretisierung bestehender geotechnisch-numerischer Modelle ermöglicht die Bewertung des gebirgsmechanischen Zustands in der Kammerumgebung. Die Aussagefähigkeit des Modells hängt direkt von gewählten Modellgesetzen und der Quantität und Qualität der Kalibrierdaten ab. Besteht ein numerisches Modell für die Umgebung der ELK 8a/511, werden zunächst bereits erhobene Daten der in den vorherigen Schritten angewendeten Verfahren integriert. Hierzu zählt insbesondere die räumliche und georeferenzierte Erfassung der Kammerkontur und ihres Inhaltes um für weitere Messungen einen maximalen Lokalisierungsgrad der Ergebnisse zu erreichen. Ist dies erfolgt, wird eine Analyse dieser gebirgsmechanischen Untersuchungen (Berechnungen, Modell) durchgeführt, um den Detaillierungsgrad des Modells zu bewerten. Als Ergebnis der Untersuchungen des Detaillierungsgrades sind zwei Szenarien möglich:

1. Wird das Modell als nicht ausreichend detailliert für die Bewertung des gebirgsmechanischen Zustandes der ELK 8a/511 bewertet, ist der Detaillierungsgrad so zu erhöhen, dass ein für die Bewertung der Gebirgsmechanik genügend detailliertes Modell zur Verfügung steht. Hierzu muss das Ausmaß der Erhebung weiterer geotechnischer Messdaten von z. B. Spannungssondierungen und Permeabilitätsmessungen ermittelt werden. Ist dies geschehen und das Modell wird als ausreichend detailliert betrachtet, wird weiter wie in Punkt 2 verfahren.
2. Wird das Modell für die Bewertung des gebirgsmechanischen Zustandes der ELK 8a/511 als ausreichend detailliert betrachtet, werden daraufhin die verschiedenen zu untersuchenden Zeiträume beobachtet (siehe Kapitel 10.2.1), Auflockerungszonen bewertet und Maßnahmen zur Verifizierung des Modells geplant. Durch das Modell lokalisierte Schwachstellen werden durch Bohrungen und begleitende Messungen (siehe Kapitel 10.4.4) verifiziert. Die erhobenen Daten dienen in einem weiteren Schritt der Rekalibrierung des Modells.

In das berechnete und aktualisierte geomechanische Modell werden alle weiteren neu erhobenen Daten integriert und das Modell kalibriert. Anhand der erhobenen Daten werden:

- Radiologische Berechnungen (z. B. MCNP) und
- Geomechanische Berechnungen (z. B. FLAC)

durchgeführt. Daraufhin ist es vorgesehen, das Modell als Planungsgrundlage zur Öffnung und Erschließung der Kammer und Bergung der Gebinde zu nutzen.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 169 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

11 BEWETTERUNGSKONZEPT

Ein wichtiger Bestandteil der untertägigen Infrastruktur sind die technischen Einrichtungen zur Bewetterung des Grubengebäudes. Sie dienen der Versorgung der Belegschaft mit Frischwettern sowie zur Abfuhr von Prozesswärme und der Verdünnung schädlicher Abgase aus Verbrennungsmotoren. Die Bewetterung erfolgt gegenwärtig über den Schacht Asse 2, der durch einen Wetterscheider zwischen Tagesoberfläche und 490-m-Sohle in ein Frischwetter- und Abwettertrum geteilt ist. Die Abwetter werden vom dem auf der 490-m-Sohle angeordneten Hauptgrubenlüfter aus der Grube abgesaugt und in das Abwettertrum des Schachtes Asse 2 geführt. Über Tage ziehen die Wetter durch einen Wetterkanal und Diffusor zurück in die freie Atmosphäre. Der parallel angeordnete Schacht Asse 4 hat aufgrund seines geringen Durchmessers für die Bewetterung des Grubengebäudes keine Bedeutung. Der Schacht dient im Wesentlichen der Flucht und Rettung der unter Tage beschäftigten Personen.

Für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus den Einlagerungskammern der Schachtanlage Asse II ist die Errichtung eines neuen Tagesschachtes (BfS, 2013) Schacht Asse 5, geplant. In diesem Zusammenhang sind für die Rückholung radioaktiver Abfälle aus der ELK 8a/511 zwei unterschiedliche Varianten der Grubenbewetterung zu betrachten:

- Zu- und Abführung der Wetter über den bestehenden Schacht Asse 2 (Ausrichtungsvariante 1)
- Zuführung der Wetter über den Schacht Asse 2 und Abführung über den Schacht Asse 5 (Ausrichtungsvariante 2)

Zur Realisierung der Rückholung von Abfällen aus der MAW-Kammer 8a/511 mit Unterdruckerhaltung ist die Wetterführung so anzupassen, dass für die unterschiedlichen Phasen der Rückholung jeweils eine geeignete und anforderungsgerechte Wetterführung zur Verfügung steht. Dabei wird die Bewetterung durch eine Kombination von Hauptgrubenlüfter, Zusatzlüfter und entsprechend ausgelegter Sonderbewetterungseinrichtungen sichergestellt.

Grundsätzlich ist bei der Wetterführung zwischen der Bewetterung der Strecken und Grubenbaue, die für die Rückholung der radioaktiven Abfälle benötigt werden (siehe Kapitel 4) und der Führung der Abwetter aus der ELK 8a/511 zu unterscheiden. Während die Bewetterung des Zielgebietes aufgrund der Anwesenheit von Personen sowie der Durchführung von Fahrzeugverkehr erforderlich ist, erfolgt die Bewetterung der ELK 8a/511 in erster Linie aus Gründen des Strahlenschutzes (siehe Kapitel 11.4).

Auch für andere Bereiche außerhalb der Einlagerungskammer, die bis zur endgültig Verfüllung nach der Rückholung der radioaktiven Abfälle über eine Abluftfilteranlage sonderbewettert wird, ist in anderen Phasen der Rückholung der Einsatz von Sonderbewetterungseinrichtungen erforderlich. Dies betrifft neben der Bewetterung im Zuge der Auffahrung der erforderlichen Aus- und Vorrichtungstrecken (siehe Kapitel 4) ggf. auch den Betrieb in diesen Strecken während der Rückholung. Dabei ist die Auslegung der Sonderbewetterung abhängig von der jeweiligen Streckenführung zwischen bestehendem Grubengebäude und dem Zielgebiet an der ELK 8a/511 (siehe Kapitel 4).

11.1 BEWETTERUNG WÄHREND DER AUS- UND VORRICHTUNG

Im Zuge der Erstellung der Aus- und Vorrichtungstrecken werden die betriebsbewährten Sonderbewetterungseinrichtungen genutzt. Dabei sind im Rahmen der weiteren Planungen zur Rückholung für die Auslegung der Bewetterung die jeweilige Streckenführung und -länge sowie der Einsatz einer

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 170 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Entstaubungsanlage zu berücksichtigen. Während dieser Arbeiten sind zunächst weder eine gerichtete Luftströmung unter Einsatz von Schleusensystemen noch die Abwetterführung über einen radiologischen Filter erforderlich, da diese in Bereichen des Grubengebäudes stattfinden, für die aufgrund der Betriebshistorie solche Strahlenschutzmaßnahmen nicht erforderlich sind.

Ein Schema für die Bewetterung während der Aus- und Vorrichtung ist in der Abbildung 98 dargestellt. In der Variante 1 gelangen die Frischwetter von der Wendelstrecke über die Strecke vor den Abbauen 4 – 6 auf der 511-m-Sohle in die neu aufzufahrenden Strecken. Über einen Lüfter im Zielgebiet werden die Abwetter durch eine entsprechende Luttenleitung zurück in die Wendelstrecke geführt und gelangen von dort zum ausziehenden Schacht. In der Variante 2 schließt die Ausrichtungsstrecke direkt am Füllort des Schachtes Asse 2 an. Daher gelangen die Frischwetter in dieser Variante vom Füllort über die Ausrichtungsstrecke zum Zielgebiet. Von dort werden die Abwetter über einen Lüfter in einer Luttenleitung wiederum zum Füllort des Schachtes Asse 2 auf der 490-m-Sohle geführt und werden dort dem Abwetterstrom des Grubengebäudes zugeführt.

Die in den Ausrichtungsvarianten 1 und 2 gezeigte Wetterführung zum Zielgebiet ist unabhängig davon, ob der Schacht Asse 2 oder der Schacht Asse 5 als Abwetterschacht für die Rückholung genutzt wird. Unterschiede bestehen jedoch in der Führung der Abwetter in Ausrichtungsvariante 1 ab der Wendelstrecke bzw. in Ausrichtungsvariante 2 ab dem Füllort. Bei der Nutzung von Schacht Asse 2 für die Rückholung gelangen die Abwetter auf sehr kurzem Wege in den ausziehenden Wetterstrom, während bei der Nutzung von Schacht Asse 5 als ausziehendem Schacht die Abwetter aus der Ausrichtungsstrecke sehr weit durch das Grubengebäude geführt werden müssen. Im Rahmen der weiteren Planungen zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 wird das Wetternetz insbesondere durch die Inbetriebnahme des Schachtes Asse 5 vollständig verändert. Im Zuge der Neuberechnung des Wetternetzes sollte unter anderem auch die Auslegung der Abwetterführung aus der ELK 8a/511 Berücksichtigung finden.

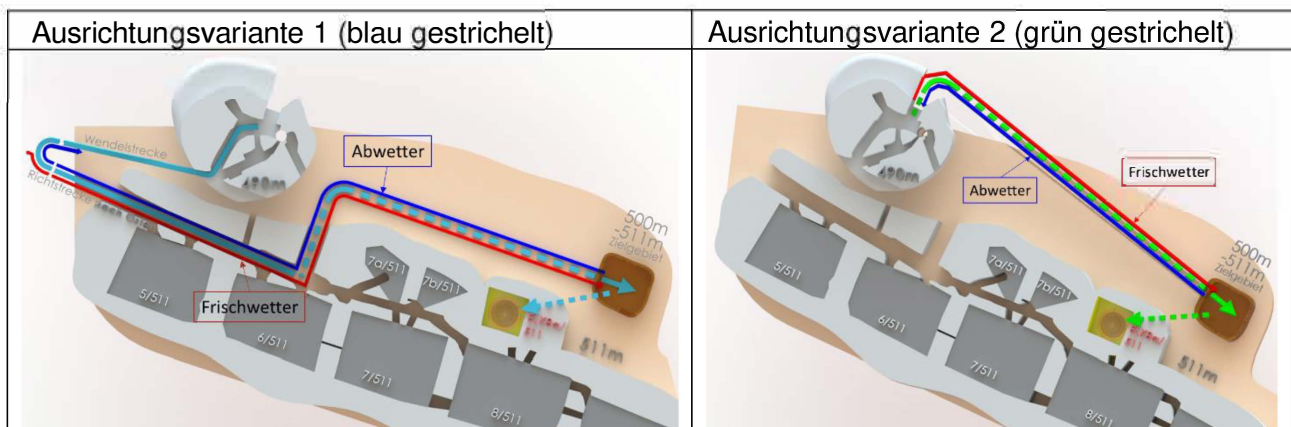


Abbildung 98: Varianten der Wetterführung während der Erstellung der Aus- und Vorrichtungstrecken

Für die Bewetterung der Strecke zwischen dem Zielgebiet und der ELK 8a/511 wird die Strecke bis wenige Meter vor dem Durchschlagpunkt aufgefahren und sonderbewettert. Die Frischwetter werden aus dem Zielgebiet entnommen, und die Abwetter werden wieder in dieses zurückgeführt. Dabei wird durch eine optimale Abstimmung der Wetterströme zwischen Sonstigem Grubenraum und Zielgebiet einerseits und der Vorrichtungsstrecke zur ELK 8a/511 und dem Zielgebiet andererseits vermieden, dass es zu einem Wetterkurzschluss kommt. Exemplarisch ist die Wetterführung für die Auffahrung der Vorrichtungsstrecke in der Abbildung 99 dargestellt. Die gelbe Ellipse zeigt dabei die Wetterführung in das Zielgebiet sowie die Bewetterung der Vorrichtungsstrecke vom Zielgebiet aus.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 171 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

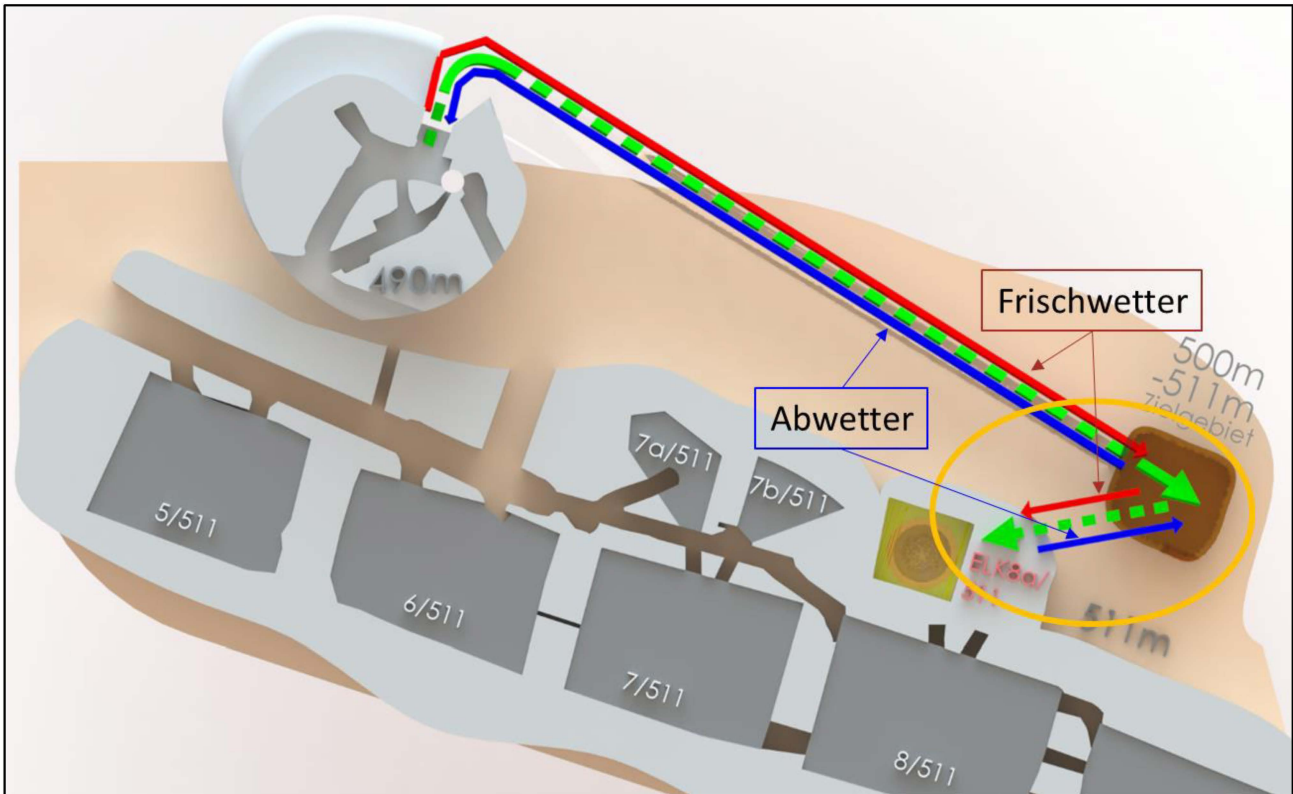


Abbildung 99: Bewetterung der Vorrichtungsstrecke (gelbe Ellipse) am Beispiel der Ausrichtungsvariante 2 (grün gestrichelt)

Nach dem Aufbau der Schleuse (siehe Kapitel 7) wird diese inklusive der Vorrichtungsstrecke aus dem Zielgebiet mit Frischwetterern versorgt. Die Führung der Abwetter erfolgt durch die Schleuse in die ELK 8a/511 und von dort über die Abluftwetterfilteranlage der ELK 8a/511 in den für die Führung potenziell kontaminierter Abwetter vorgesehenen Weg.

11.2 RÜCKHOLUNG ÜBER SCHACHT ASSE 2

Wie bereits in Kapitel 4.2 und Kapitel 8.2 beschrieben, wurden zwei mögliche Ausrichtungsvarianten von Schacht Asse 2 ins Zielgebiet auf dem 500-m- bzw. 511-m-Niveau – je nach Lage des Kammerzugangs – betrachtet (Ausrichtungsvariante 1, Abbildung 35; Ausrichtungsvariante 2, Abbildung 36). Im Falle der Ausrichtungsvariante 1 erfolgt die Bewetterung des Zielgebietes beispielsweise über die Wendelstrecke, das Zielgebiet und eine neu zu erstellende Wetterbohrung zwischen dem Zielgebiet und der 490-m-Sohle. Diese Wetterführung ist in der Abbildung 100 schematisch dargestellt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 172 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

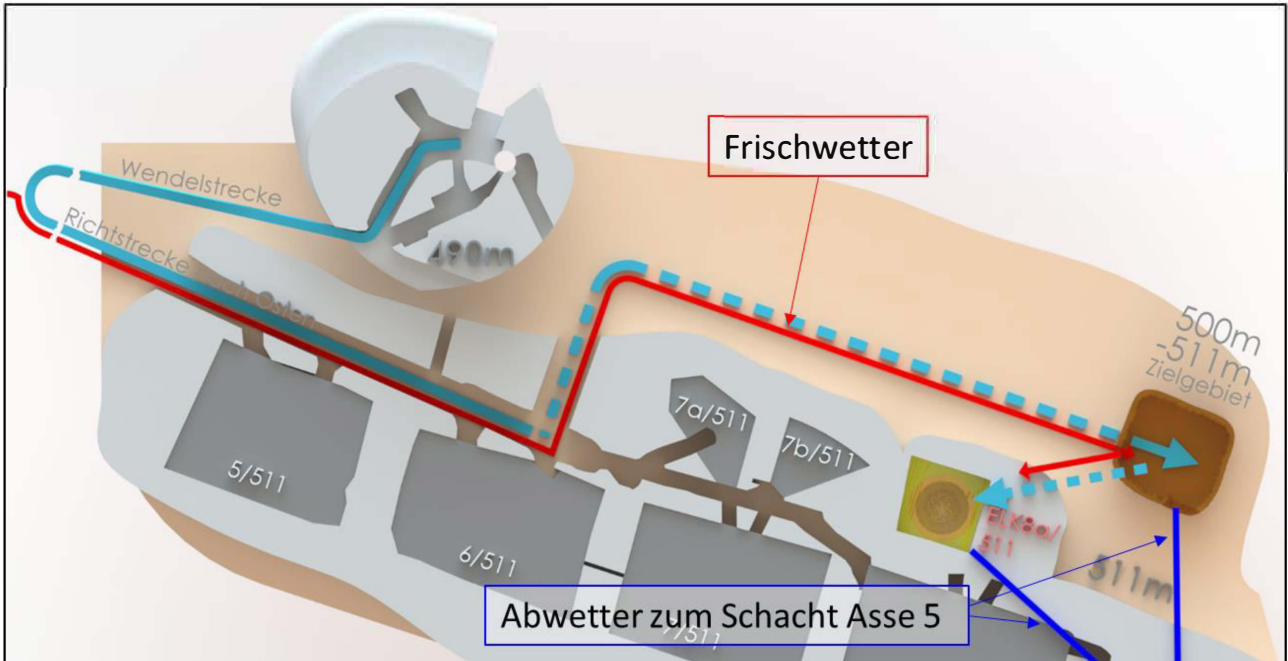


Abbildung 100: Wetterführung in der Ausrichtungsvariante 1 bei der Rückholung über den Schacht Asse 2

In der Ausrichtungsvariante 2 erfolgt der Zugang zum Zielgebiet vom Füllort des Schachtes Asse 2 auf der 490-m-Sohle über eine neu aufzufahrende Strecke bis zum Zielgebiet auf der 511-m-Sohle. In diesem Fall kann die Wetterführung beispielsweise über die neu aufzufahrene Strecke und eine neu zu erstellende Wetterbohrung zwischen dem Zielgebiet und der 490-m-Sohle erfolgen. Eine schematische Darstellung der Wetterführung zeigt die Abbildung 101.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 173 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

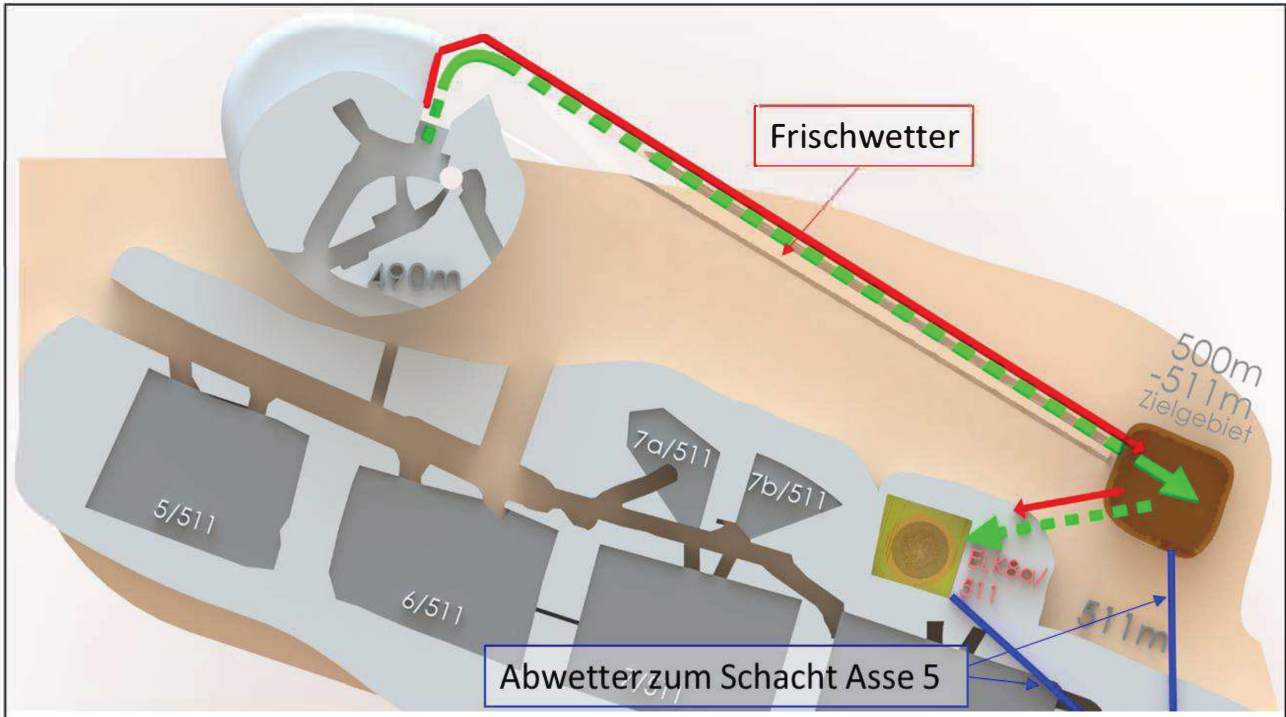


Abbildung 101: Schematische Darstellung der Wetterführung bei der Rückholung über Schacht Asse 2 (Ausrichtungsvariante 2)

Die konkrete Zuführung der Wetter sowie die Wettermengen werden im Rahmen der weiteren Planungen zur Rückholung ausdetailliert. Dabei ist das zum Zeitpunkt der Rückholung bestehende Wetterführungskonzept der Schachtanlage Asse II zu berücksichtigen.

Die Führung der Abwetter aus der ELK 8a/511 erfolgt über den derzeit bestehenden Abwetterweg oder alternativ über einen neu zu erstellenden Weg. Dabei ist aus Gründen des Strahlenschutzes zu berücksichtigen, dass die Führung der Abwetter aus der ELK 8a/511 nicht über begehbare Bereiche des Grubengebäudes, sondern über eine separate Luttenleitung oder eine separate Bohrung (analog zu den Radonbohrungen 1 und 2) mit saugendem Ventilator in den Schacht Asse 2 geführt werden. Diese Wetterführung ist in der Abbildung 104 bereits berücksichtigt. Weitere Anforderungen an die Führung der Abwetter aus der ELK 8a/511 sind im Kapitel 11.4 beschrieben.

11.3 RÜCKHOLUNG ÜBER SCHACHT ASSE 5

Bei der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 8a/511 über den neu abgeteufte Schacht Asse 5 sind ebenfalls zwei Alternativen der Ausrichtungsstrecken zu betrachten (siehe Kapitel 4.3).

Bei der Ausrichtungsvariante 3 erfolgt der Zugang wie bei der Ausrichtungsvariante 1 parallel zu den Abbauen 4/511 – 6/511 bis zum Abbau 6/511 über bereits bestehende Grubenbaue. Von dort wird das Zielgebiet über eine neu aufzufahrende Strecke erreicht. Der Wetterweg ist schematisch in der Abbildung 102 gezeigt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 174 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

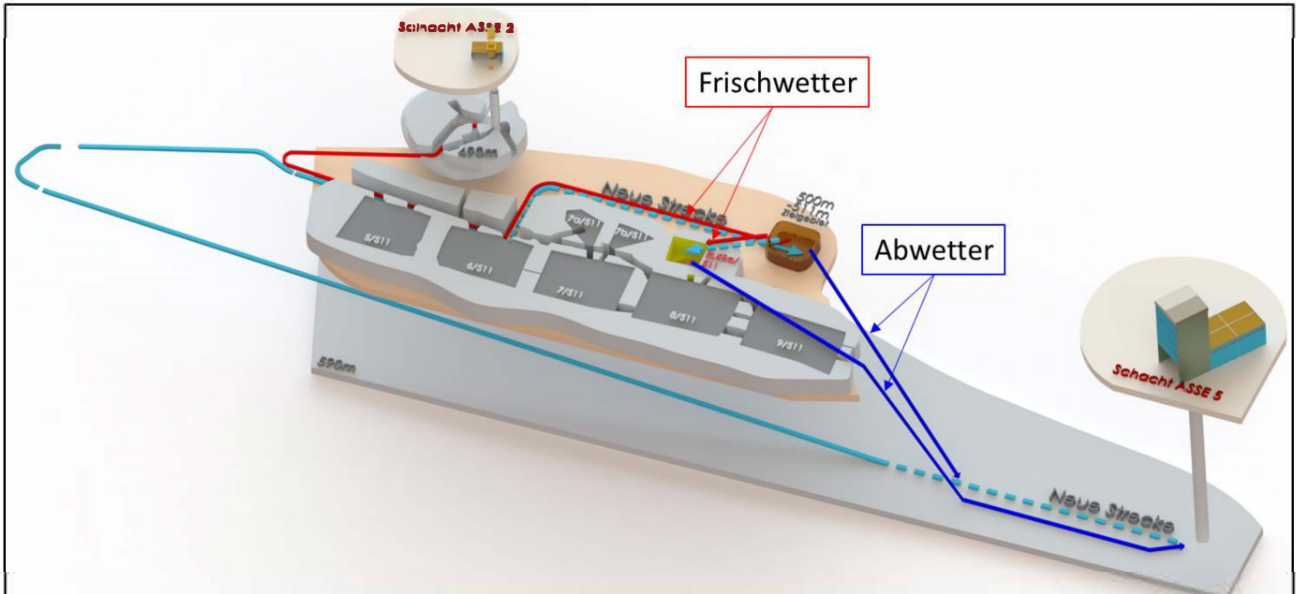


Abbildung 102: Schematischer Wetterweg bei der Rückholung über Schacht Asse 5 (Ausrichtungsvariante 3)

Bei der Ausrichtungsvariante 4 wird das Zielgebiet analog zur Ausrichtungsvariante 2 über eine neu aufzufahrende Strecke vom Füllort des Schachtes Asse 2 auf der 490-m-Sohle aus erreicht. Die Führung der Frischwetter erfolgt auch über diesen Weg in das Zielgebiet. Vom Zielgebiet aus erfolgt die Zuführung von Frischwetter in die Schleuse und die ELK 8a/511 einerseits, andererseits werden die nicht weiter benötigten Wetter in Richtung Schacht Asse 5 geführt. Ein schematischer Wetterweg für diese Variante der Rückholung über Schacht Asse 5 ist in der Abbildung 103 gezeigt.

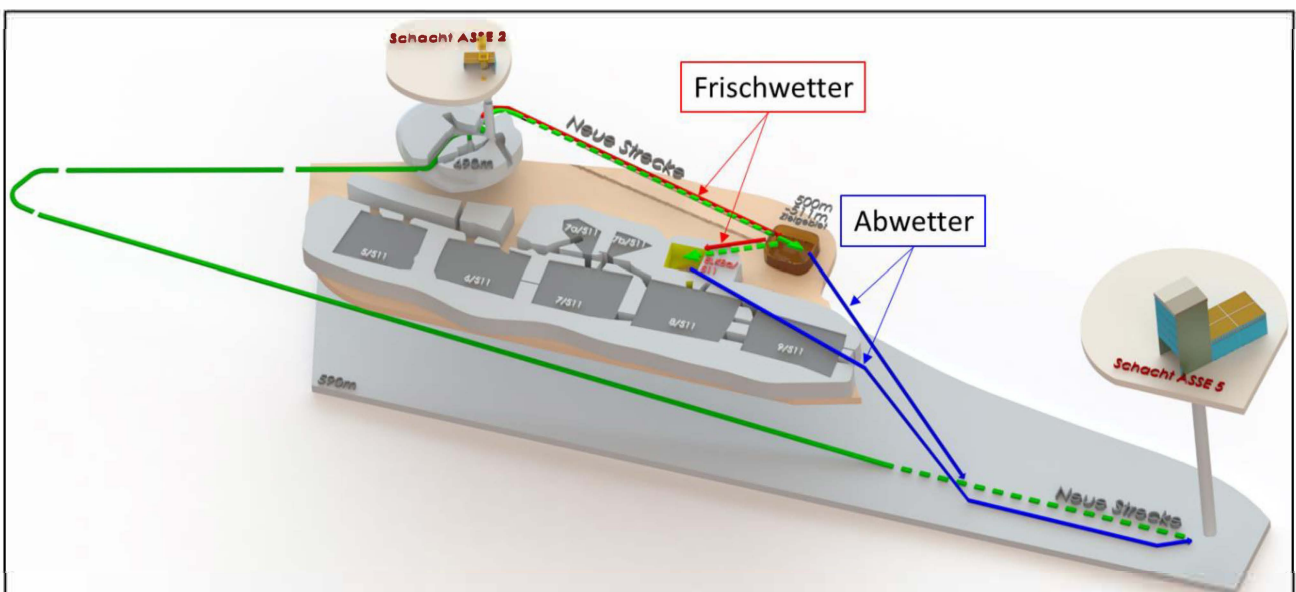


Abbildung 103: Schematische Wetterführung für die Rückholung über Schacht Asse 5 (Ausrichtungsvariante 4)



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 175 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Der **Wetterweg** muss dabei im Rahmen der weiteren Planungen zur Rückholung ggf. unter Berücksichtigung weiterer Anforderungen, die sich möglicherweise aus dem Offenhaltungsbetrieb und der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 725-m- und der 750-m-Sohle ergeben können, detaillierter abgestimmt werden.

Die **Abwetter** aus der ELK 8a/511 werden über eine separate Luttenleitung und/oder eine zusätzliche **Wetterbohrung** auf direktem **Weg** zum Schacht Asse 5 geführt. Auf diese **Weise** kann das Risiko einer Kontamination des Sonstigen Grubenraumes durch den Abwetterstrom aus der ELK 8a/511 vermieden werden.

11.4 BEWETTERUNG DER SCHLEUSE UND DER ELK 8A/511

Die ELK 8a/511 wird bereits seit der Einlagerungszeit bewettert. Über den Lüfter der Abluftfilteranlage in der Beschickungskammer wird Luft aus der ELK 8a/511 abgesaugt. Durch die heute überwiegend verschlossenen Bohrungen zwischen Beschickungskammer und ELK 8a/511 (siehe Abbildung 86 im Kapitel 10.1) sowie mögliche weitere Strömungswege im Gebirge gelangt zusätzlich Luft in die ELK 8a/511. Durch die Abluftfilteranlage wird in der Einlagerungskammer eine negative Druckdifferenz von mindestens 5 hPa gegenüber dem Grubengebäude erzeugt (Asse-GmbH, 2017c). Der abgesaugte **Wettervolumenstrom** aus der Einlagerungskammer wird mit 80 m³/h angegeben (Asse-GmbH, 2017c).

Nach der Öffnung der ELK 8a/511 muss zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen über die Luft weiterhin eine Luftströmung in Richtung der Einlagerungskammer gewährleistet sein. Daher wird die Bewetterung analog zur bisherigen Absaugung so ausgeführt, dass die **Abwetter** unter Einsatz eines Lüfters in Verbindung mit einem radiologischen Filtersystem direkt aus der Einlagerungskammer abgesaugt werden. Die Bewetterung der ELK 8a/511 wird im Rahmen der Rückholung der radioaktiven Abfälle dabei so ausgelegt, dass gerichtete Luftströmung zwischen Einlagerungskammer und Sonstigem Grubenraum auch während der Rückholung bestehen bleibt.

Weiterhin soll der **Wetterstrom** auf das technisch vertretbare Minimum reduziert werden, um die Ableitung von radioaktiven Stoffen über die **Abwetterwege** so gering wie möglich zu halten.

Da während der Rückholung über das Schleusensystem eine Verbindung zum Sonstigen Grubenraum besteht, muss die Bewetterungsanlage eine ausreichende Förderleistung zur Aufrechterhaltung der gerichteten Luftströmung in die Einlagerungskammer aufweisen. Dies gilt insbesondere für die Durchführung von Schleusvorgängen, bei denen die gerichtete Luftströmung stabil bleiben muss. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass sich in dem Schleusensystem Personen aufhalten können, für die eine entsprechende Frischwettermenge zur Verfügung gestellt werden muss. Daher erfolgt die Frischwetterzufuhr in die Einlagerungskammer über das im Kapitel 7 beschriebene Schleusensystem. Durch eine entsprechende Auslegung lässt sich die erforderliche Größe des Zustroms an Frischwetter in das Schleusensystem und in die Einlagerungskammer über entsprechende Einrichtungen bedarfsgerecht einstellen. Zur Vermeidung unnötiger **Wetterkurzschlüsse** werden Türen und Leitungsdurchführungen entsprechend dicht ausgeführt. Aufgrund von Staubbelastungen der Frischwetter werden diese vor Eintritt in das Schleusensystem gefiltert. Auf diese **Weise** kann die in die Einlagerungskammer eingebrachte Staubfracht verringert sowie die innerhalb des Schleusensystems angeordneten Messgeräte und technischen Einrichtungen vor übermäßiger Staubbelastung geschützt werden.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 176 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Mit dem aus der ELK 8a/511 austretenden **Wetterstrom** kann die von dort eingesetzten Geräten und Maschinen produzierte Abwärme nur in einem sehr geringen Umfang abgeführt werden. Sollte sich später zeigen, dass die Temperatur in der Einlagerungskammer für den Betrieb der Maschinen und Geräte zu hoch ist, werden die in der Einlagerungskammer eintretenden Frischwetter gekühlt. Infolgedessen kommt es zu einer weiteren Verringerung der relativen Luftfeuchtigkeit in der Atmosphäre der Einlagerungskammer. Dies könnte u. U. Auswirkungen auf die dort eingesetzte Maschinenteknik (z. B. Schmiermittel, elektrostatische Aufladung) haben.

Sollte ein Einsatz von Personen in der Einlagerungskammer erforderlich sein, ist sicherzustellen, dass in der ELK 8a/511 jederzeit eine atembare Atmosphäre zur Verfügung steht. Alternativ kann der Einsatz von Personen auch unter Nutzung von umluftunabhängigen Atemschutzgeräten (Pressluftatmer, fremdbelüfteter Schutzanzug) erfolgen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass ein Personaleinsatz in der Einlagerungskammer nur möglich ist, wenn die radiologischen Bedingungen wie beispielsweise die Dosisleistung in der Einlagerungskammer sowie die sonstigen arbeitssicherheitlichen Vorgaben (Firstsicherheit, klimatischen Bedingungen) einen Personaleinsatz zulassen.

Die Abwetter aus der ELK 8a/511 werden im Anschluss an die Reinigung von Schwebstoffen im radiologischen Filtersystem über ein vom restlichen Abwetterweg getrenntes System zum entsprechenden Abwetterschacht geführt, um eine mögliche Kontamination des Sonstigen Grubenraumes zu vermeiden.

Die Auslegung des radiologischen Filtersystems hängt unter anderem von den Anforderungen ab, die sich aufgrund der potenziellen Freisetzung radioaktiver Stoffe in der Einlagerungskammer ergeben. Derartige Betrachtungen sind Bestandteil des 4. Teilberichtes „Sicherheits- und Nachweiskonzept“.

In Fällen von Nachschneide-/Bereibarbeiten oder durch sohleungebundenen Fahrzeugverkehr in der Einlagerungskammer können Stäube freigesetzt werden, die aufgrund der bisher nachgewiesenen Freisetzung von radioaktiven Stoffen innerhalb der Einlagerungskammer auch kontaminiert sein können. Um die Beaufschlagung des Filtersystems im Abwetterweg aus der ELK 8a/511 mit Schwebstoffen zu reduzieren, wird bei den Tätigkeiten in der Einlagerungskammer eine Entstaubungsanlage eingesetzt. Diese wird im Äußeren Arbeitsbereich zwischen der Inneren und Äußeren Schleuse aufgestellt und bietet über eine flexible Ausführung der Ansaugung die Möglichkeit, die Ansaugöffnung gezielt an den Ort der Staubeinstehung zu führen. Mit der Entstaubungsanlage sollen die Stäube möglichst direkt am Ort der Entstehung abgesaugt werden und in einem Filtersystem gereinigt werden. Die dann gefilterte Luft wird wieder in die Einlagerungskammer zurückgeführt. Somit erfolgt eine kontinuierliche Reinigung der **Wetter** innerhalb der Einlagerungskammer, ohne das radiologische Filtersystem übermäßig mit Staub zu belasten. Die Aufstellung der Entstaubungsanlage im Äußeren Arbeitsbereich bietet vereinfachte Möglichkeiten für die **Wartung**, da im Vergleich zur Einlagerungskammer der Einsatz von Personen im Äußeren Arbeitsbereich mit erheblich weniger Aufwand möglich ist. Die handelsüblichen verfügbaren Entstaubungsanlagen haben sich im Bergbau und im Rückbau kerntechnischer Anlagen technisch bewährt und sind am Markt verfügbar. Die Abfuhr der Abwärme aus der Entstaubungsanlage erfolgt über ein separates Kühlsystem, welches im Sonstigen Grubenraum installiert ist. Dieses Kühlsystem übernimmt bei entsprechender Auslegung auch gleichzeitig die Kühlung der **Wetter** in der ELK 8a/511.

Die Abbildung 104 zeigt das Bewetterungskonzept der ELK 8a/511 mit den geplanten Komponenten Filteranlage und Entstaubungsanlage. Die optionale Anlage zur Kühlung der **Wetter** in der ELK 8a/511 ist nicht dargestellt. Beispielhaft wurde hier der Zustand mit söhligem Zugang zur ELK 8a/511 dargestellt.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 177 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Gezeigt ist die Absaugung in der Beschickungskammer mit der vorgeschalteten radiologischen Filteranlage, die Entstaubungsanlage in der Schleuse sowie die Führung der Frischwetter in die Einlagerungskammer. Nicht gezeigt ist der Weg der Wetter zum jeweiligen Abwetterschacht sowie die Führung der Frischwetter in die Schleuse und die ELK 8a/511.

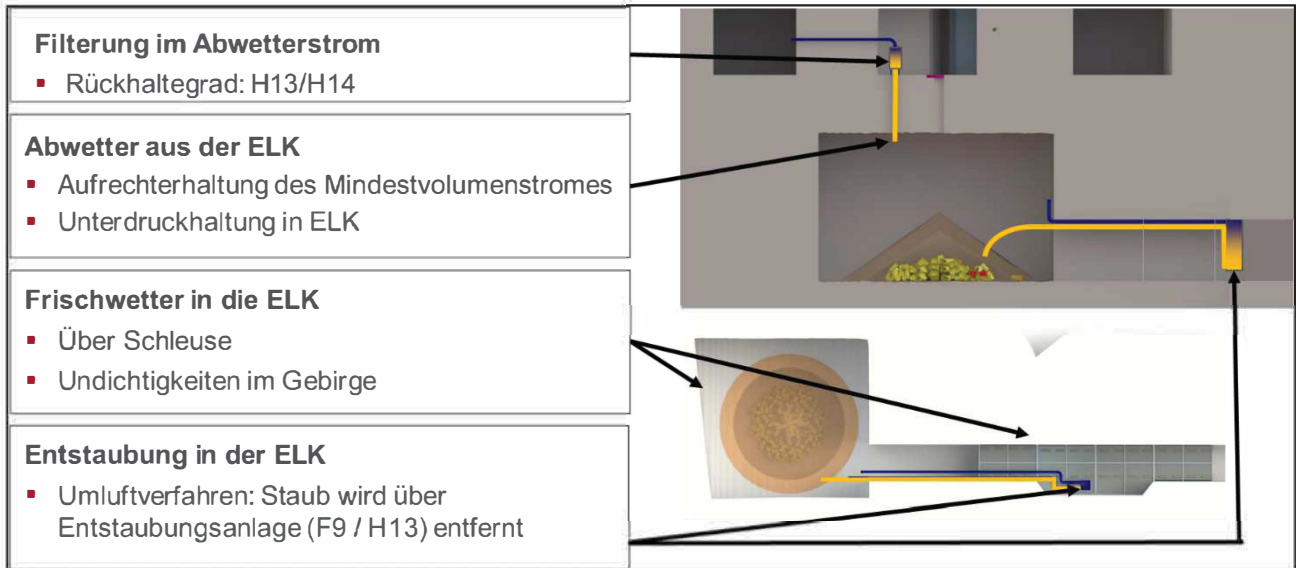


Abbildung 104: Schematische Darstellung der Bewetterung der ELK 8a/511; Gelb: Schwebstoffhaltige Wetter, blau: entstaubte Wetter



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 178 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

12 INFRASTRUKTUR

Zur Infrastruktur werden üblicherweise alle logistischen Funktionen gezählt, die zum Betrieb eines Bergwerks erforderlich sind. Hierzu zählt neben der Versorgung aller Betriebspunkte mit ausreichenden Frischwettern, Strom, Druckluft, Wasser etc. auch die Entsorgung, d. h. die Abführung von Abwettern, Grubenwässern und betrieblichen Abfällen. Grubenräume für den Personen- und Materialtransport wie z. B. Schächte, sohlenverbindende Grubenräume und Strecken werden ebenso der Infrastruktur zugerechnet wie Werkstätten, Material- und Pufferlager sowie Sonderräume wie beispielsweise Speicherbecken und Notfalllager.

12.1 INFRASTRUKTURELLE GRUBENRÄUME

Die für die Rückholung erforderlichen infrastrukturellen Strecken wurden bereits in Kapitel 4 beschrieben. Darüber hinaus sind Lager erforderlich, die die Bevorratung von Verbrauchsmaterialien, Wartungsmitteln, Ersatzteilen etc. sicherstellen. Die unter dem Begriff Materiallager zusammengefassten Lagerorte können räumlich voneinander getrennt sein, beispielsweise in Schachtnähe, im Zielgebiet und im Äußeren Arbeitsbereich. Da das Raumangebot unter Tage begrenzt ist, werden hier nur solche Materialien gelagert, die für einen schnellen und ungehinderten Ablauf der Tätigkeiten im Rahmen der Rückholung der Abfälle aus der ELK 8a/511 erforderlich sind. Dies betrifft insbesondere Materialien und Hilfsgeräte wie z. B. Winden, die im Falle einer notwendigen Intervention erforderlich werden können. Alle anderen Materialien werden auch aus Gründen der Vermeidung untertägiger Brandlasten möglichst über Tage gelagert. Die Lagerorte werden vor Beginn der Tätigkeiten eingerichtet und bestückt.

Neben diesen Bereichen sind für die Ausführung der Tätigkeiten im Rahmen der Rückholung weitere Infrastrukturräume unter Tage notwendig. Insbesondere bei planmäßig erforderlichem Personaleinsatz müssen entsprechende Bereiche für die Einrichtung von z. B. Aufenthalts-, Erste-Hilfe- und Toilettenräumen vorgesehen werden. Diese werden ebenfalls vor Beginn der jeweiligen Tätigkeiten erstellt. Insbesondere während der Auffahrung der Ausrichtungsgrubenbaue können ggf. die auf der 490-m-Sohle bereits vorhandenen Einrichtungen des Offenhaltungsbetriebes mitgenutzt werden.

Zur Optimierung des Prozessablaufes bzw. zur Vergleichmäßigung von Förderengpässen werden unter Tage Pufferlager eingerichtet. Erforderlich sind

- Pufferlager für in Behälter umverpackte radioaktive Abfälle. Pufferlager können entweder im bestehenden Grubengebäude eingerichtet werden oder gegebenenfalls auch in einem neu erstellten Grubenraum geschaffen werden. Die Lagerung von radioaktiven Abfällen und ggf. nicht charakterisierten Reststoffen erfolgt in geeigneten Behältern (siehe Kapitel 7.2), die die Ausbreitung von Kontamination innerhalb des Lagers und im Sonstigen Grubenraum sicher ausschließen. Eine gesonderte Bewetterung, Zugangsmöglichkeiten bzw. Zugangsbeschränkungen, Mess- und Überwachungseinrichtungen, Fluchtwege und sonstige Maßnahmen und Einrichtungen, die zur Einhaltung der atom- und bergrechtlichen Anforderungen an ein Behälterlager notwendig sind, werden berücksichtigt.

Nach einer ersten groben Einschätzung sind folgende Pufferlager mit den entsprechenden Kapazitäten einzurichten:

- Ein Pufferlager im Zielgebiet für ca. eine Schichtproduktion von gefüllten Umverpackungen,
- ein Pufferlager im Zielgebiet für leere Innenbehältern ausreichend für 2 Schichten und
- ein Pufferlager an der Rasenhängebank für ca. zwei Förderkorb beladungen.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 179 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- Lager für Haufwerk, welches aus der Herstellung der Auffahrungen der Infrastrukturräume stammt und beispielsweise für Verfüllmaßnahmen genutzt werden soll. Die Lagerung kann in Form von losem Abkippen, in Silos oder geeigneten Behältnissen wie z. B. Big Bags erfolgen.

Die Größe der Pufferlager ist in der weiteren Planung an die erwartete Fördermenge anzupassen und die Standorte sind festzulegen. Lagerbereiche von radioaktiven Reststoffen werden von anderen Lagerbereichen abgegrenzt. Ein- und Auslagerungsvorgänge erfolgen mit geeigneten Umschlaggeräten, die abhängig von der Position des jeweiligen Pufferlagers sowie dem jeweils eingesetzten Transportgerätes im Rahmen der weiteren Planung ausgewählt werden.

Da die eigentliche Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle zeitlich relativ begrenzt ist, wird der Bedarf an Werkstattflächen überschaubare Ausmaße annehmen und kann organisatorisch mit dem Offenhaltungsbetrieb zusammengelegt werden. Sollten besondere, nur für die Rückholung nutzbare Werkstattflächen notwendig sein, werden diese in der weiteren Planung mit entsprechenden Kapazitäten berücksichtigt. Dafür böten sich etwa Bereiche in der Anschlussstrecke zum Schacht Asse 5 an (siehe Abbildung 105), wenn der Transport der umverpackten Abfälle über diesen Schacht erfolgt.

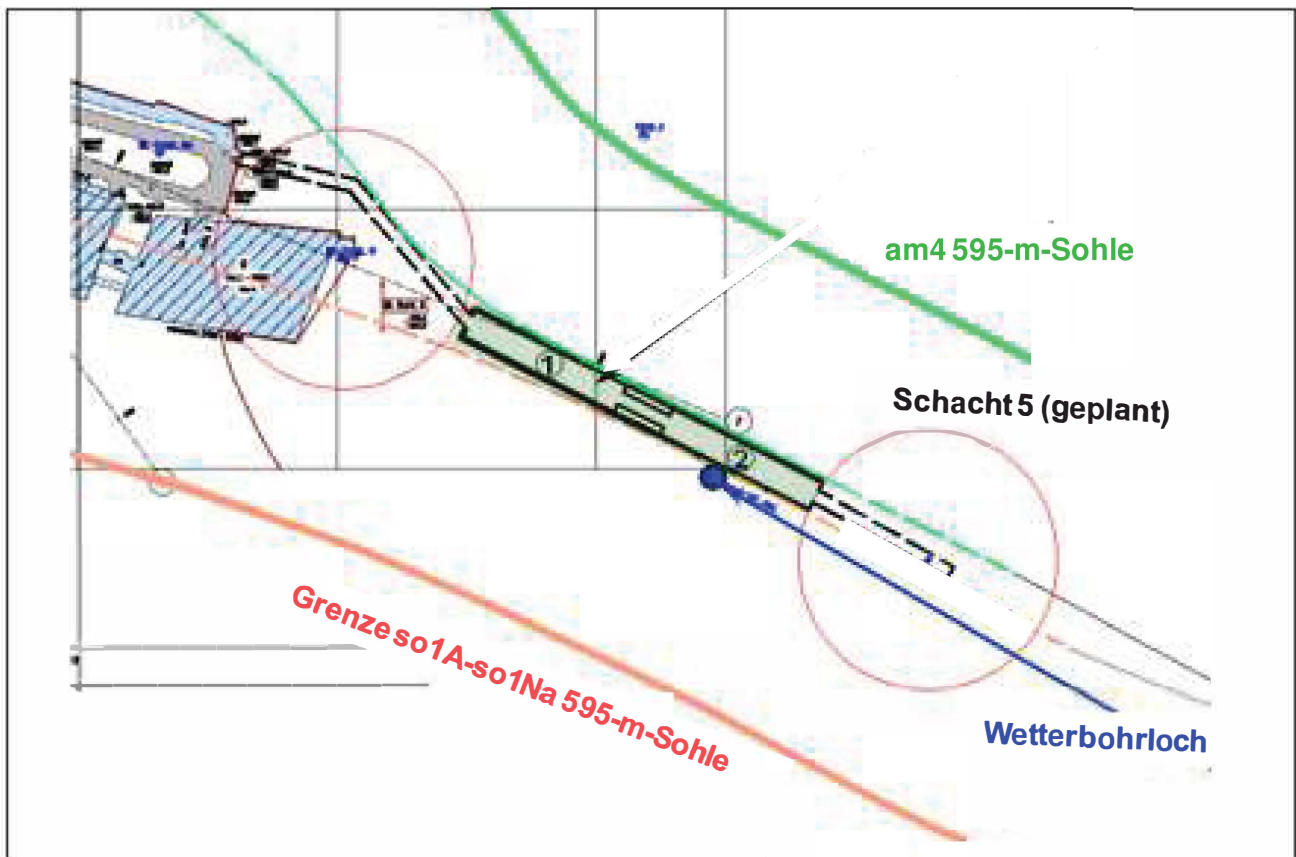


Abbildung 105: Mögliche Standorte für Werkstätten auf der 595-m-Sohle, modifizierte Abbildung aus (BfS, 2013)

Für die Vielzahl an elektrischen Verbrauchern und die damit verbundenen Schaltungen sind entsprechende Räume zur Unterbringung der Schalt- und Steuerschränke für die Maschinen und Einrichtungen, Hilfs- und Nebensysteme sowie Haupt- und Unterverteilungen der Energieversorgung



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 180 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

notwendig. Der Platzbedarf je Schaltschrank ergibt sich aus der Grundfläche des Schaltschranks [m²] und einem aus Erfahrung abgeleiteten Faktor 3. In Tabelle 18 ist der anhand von Erfahrungswerten und nach erwarteter Komplexität abgeschätzte Platzbedarf der Schaltschränke dargestellt. Der abgeschätzte Platzbedarf von etwa 100 m² für Schaltschränke im Schaltraum ist noch mit ausreichender zusätzlicher Reserve und freizuhaltenen Flächen z. B. für Rettungswege und weiterer Infrastruktur zu planen. Ausgehend vom derzeitigen Planungsstand wird für den Schaltraum daher ein Platzbedarf von 120 m² abgeschätzt. Die von den Schalt- und Steuerschränken erzeugte Wärme im Schaltraum wird durch geeignete Kühlung, beispielsweise durch Raumluftkühlung abgeführt. Der Schaltraum befindet sich vorzugsweise in einem Bereich, der von außerhalb der Strahlenschutzbereiche, z. B. vom Sonstigen Grubenraum aus, betreten werden kann. Ggf. kann der Schaltraum auch auf mehrere Standorte aufgeteilt werden. Wenn die Technik einer Maschine oder Einrichtung es erlaubt, dass der Schalt- oder Steuerschrank über Tage aufgestellt werden kann, so ist dies in den weiteren Planungen zu bevorzugen. Die Signallaufzeiten und Leitungsverluste sind insbesondere in diesem Fall zu beachten.

Tabelle 18: Beispielhafte Ermittlung des Platzbedarfes der Schaltschränke mit Berücksichtigung der Verkehrsfläche (Grundfläche mal Faktor 3)

System-/Maschinentchnik	Schaltschrank (Grundfläche) [m Breite x m Tiefe]	Platzbedarf [m²] gerundet auf volle m²
Sicherungs- und Bergegerät	2,4 x 0,6	5
Entstaubungsanlage	0,8 x 0,6	2
Ladegerät	0,8 x 0,6	2
Schleusen (Innere und Äußere)	6,0 x 0,6	11
Sonderbewetterung	3,0 x 0,6	6
Klimatisierung	1,6 x 0,6	3
EHB	0,8 x 0,6	2
Behälterdatenerfassung	0,8 x 0,6	2
Videotechnik	4,0 x 0,6	8
Messtechnische Überwachung (Strahlenschutz etc.)	2,4 x 0,6	5
Netzwerke	0,8 x 0,8	2
Kommunikation	0,8 x 0,8	2
Hilfs- und Nebensysteme	1,6 x 0,6	3
Haupt- und Unterverteiler inkl. Beleuchtung	4,0 x 0,6	8
USV inkl. Unterverteilung	7,0 x 1,0 m	21
Trafo	1,5 x 2,0	9
Summe		101

12.2 ELEKTRISCHE ENERGIE UND DRUCKLUFT

Die Versorgung mit elektrischer Energie und Druckluft wird auf die Erfordernisse der eingesetzten Geräte, Ausstattungen und Messinstrumente angepasst. Die dafür ggf. notwendigen Haupt- und



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 181 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Unterverteilungen, Schaltschränke, Kompressoren, Trockner etc. werden entsprechend den in späteren Planungsschritten festgelegten Standorten platziert und installiert.
 Der Leistungsbedarf für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle wird anhand der vorgesehenen Maschinen und Einrichtungen grob abgeschätzt und in Tabelle 19 zusammengefasst. Im Rahmen der Konzeptplanung wird unterstellt, dass die gesamte installierte elektrische Leistung gleichzeitig abgerufen wird, also ein Gleichzeitigkeitsfaktor von eins angenommen.

Tabelle 19: Erstabschätzung des Bedarfs an elektrischer Leistung

Bereich	Leistungsbedarf [kW] abgeschätzt
Innerer Arbeitsbereich (inkl. ELK): Sicherungs- und Bergegerät (z. B. Teleskopbagger oder Krananlage), Entstaubungsanlage, Fahrzeug für Zwischentransporte u. a.	600
Innere Schleuse: Messtechnik, Doppeldeckelschleuse, Transportsysteme u. a.	150
Äußerer Arbeitsbereich: Transportmittel, Hebegeräte u. a.	100
Äußere Schleuse: Dekontaminationseinrichtungen, Transportmittel u. a.	50
Sonstiger Grubenraum: Transportfahrzeuge (z. B. Einschienenhängebahn oder Gleislosfahrzeuge), Pufferlager, Materiallager u. a.	600
Alle Bereiche: Messtechnik und Strahlenschutz, Maschinensteuerstände, örtlicher Leitstand, Videotechnik, Bewetterung (Klimatisierung) u. a.	300
Summe	1.800

12.2.1 Überstromabsicherung

Ein Überstrom kann durch eine Überlast oder einen Kurzschluss verursacht werden. Der Schutz von Leitungen oder anderen Betriebsmitteln vor Beschädigung durch zu starke Erwärmung, die aus einem Überstrom resultieren kann, wird durch Überstromsicherheitseinrichtungen gewährleistet. Die Überstromsicherheitseinrichtung, auch als Sicherung bezeichnet, unterbricht einen elektrischen Stromkreis, wenn der Strom eine festgelegte Stromstärke über eine vorgegebene Zeit hinaus überschreitet. Die eingesetzten Geräte sind hierzu alle in den Unterverteilungen oder in den Schaltschränken einzeln abgesichert. Alle elektrischen Sicherungen sind möglichst zusammen in Unterverteilungen untergebracht.

12.2.2 Unterbrechungsfreie Stromversorgung

Zur Sicherstellung der Versorgung von für Betrieb oder Sicherheit wichtigen Verbrauchern wird bei Ausfällen im Stromnetz die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) eingesetzt. Die durch die USV-Anlage erreichte Überbrückungszeit dient dem ordnungsgemäßen Herunterfahren der Geräte bei einem Stromausfall in der Schachtanlage oder der Überbrückung eines kurzfristigen Energieausfalles bei Geräten, die empfindlich auf Netzschwankungen reagieren.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 182 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Hierzu gehören vor allem

- Notbeleuchtung,
- Maschinensteuerungen (hier nur die für die Visualisierung des Anlagenzustandes notwendigen Steuerungseinrichtungen wie z. B. die SPS),
- Geräte der Messtechnik und des Strahlenschutzes,
- Kommunikationseinrichtungen inkl. Meldeeinrichtungen und
- Brandmeldeanlagen.

Die grob abgeschätzte Leistung der USV für diese Einrichtungen liegt bei ca. 60 kW.

Welche Einrichtungen im Detail an die USV angeschlossen werden müssen, ist im Rahmen einer sicherheitstechnischen Betrachtung in der weiteren Planung festzulegen.

Statusmeldungen der USV werden auf den betreffenden Maschinensteuerständen und dem örtlichen Leitstand angezeigt.

12.2.3 Beleuchtung und Überwachung

Die Ausstattung der verschiedenen Bereiche mit Beleuchtung erfolgt hinsichtlich Beleuchtungsstärke und Blendfreiheit nach den gültigen Arbeitsstättenrichtlinien. Darüber hinaus sind die Anforderungen der Videotechnik ausreichend zu berücksichtigen. Im Inneren Arbeitsbereich ist die Beleuchtung so ausgelegt, dass sie dem Arbeitsfortschritt (sukzessive Vergrößerung des auszuleuchtenden Bereiches im Zuge der Leerung der Einlagerungskammer) angemessen ist und immer wieder angepasst werden kann. Hierfür eignen sich insbesondere mobile und/oder auf Fahrzeugen installierte Leuchten. Im Inneren Arbeitsbereich können auch Infrarot-Scheinwerfer zum Einsatz kommen; dies wird in der weiteren Planung abhängig von der vorgesehenen Videotechnik detailliert betrachtet.

Spezielle Arbeitsorte müssen auch bei Energieausfall beleuchtet sein. Die Beleuchtung – zumindest als Notbeleuchtung – an diesen Orten ist aus diesem Grund über die USV abgesichert. Zur Notbeleuchtung der Fluchtwege und weiterer Bereiche haben sich bei den Erkundungsarbeiten im Schritt 1 der Faktenerhebung akkubetriebene Handleuchten bewährt. Diese Handleuchten stehen bei Normalbetrieb in ihrer Station, wo sie stationär betrieben und geladen werden. Bei Bedarf können diese Handleuchten leicht aus der Station herausgenommen und mobil verwendet werden.

12.3 LEIT- UND STEUERUNGSTECHNIK

12.3.1 Vorbemerkungen

Um die radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle rückholen zu können, muss die ELK 8a/511 an das Grubengebäude angebunden, geöffnet und ggf. gebirgsmechanisch gesichert werden. Eingelagerte Gebinde müssen ggf. freigelegt, geladen und umverpackt werden. Diese Tätigkeiten finden im Inneren Arbeitsbereich statt und sollen fernbedient ausgeführt werden, um Sicherheitsrisiken für das Personal zu minimieren. Vor dem Hintergrund der Fernbedienung kommt der Leittechnik zur Verarbeitung der anfallenden Signale zwecks Überwachung und Steuerung eine besondere Bedeutung zu. Darüber hinaus fallen auch in den Schleusen und im Äußeren Arbeitsbereich sowie auf den Transportwegen und Lagerbereichen im Sonstigen Grubenraum erhebliche Mengen an Messdaten und Signalen an. Diese müssen erfasst, verarbeitet und ggf. dokumentiert werden, um sie anschließend zielgerichtet nutzen zu können.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 183 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Die Überwachung und Steuerung ist hierarchisch aufgebaut mit der **Warte** über Tage, dem örtlichen Leitstand und den Maschinensteuerständen unter Tage.

Maschinensteuerstände

Maschinensteuerstände sind Bedienungsplätze von Maschinen und Einrichtungen, die zur Steuerung und Überwachung der anstehenden Aufgaben dienen. Das Bedienungspersonal überwacht und steuert aus den Maschinensteuerständen insbesondere die fernbedienten Maschinen (wie beispielsweise das Bergegerät).

Mehrere Maschinensteuerstände können in einem oder mehreren Räumen angeordnet werden. Für den Fall der videoüberwachten Fernbedienung kann der physikalische Ort von Maschinensteuerständen unter oder auch über Tage sein. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass einerseits die Echtzeitfähigkeit der Steuerung mit zunehmender Entfernung abnimmt, andererseits die Anzahl der unter Tage befindlichen Personen u. a. aufgrund der begrenzten **Wettermenge** limitiert sein kann. Die fernbediente Steuerung der Maschinen und Geräte bzw. Einrichtungen erfordert eine Überwachung der Abläufe über Videotechnik, wobei dieses System ebenfalls eine Echtzeitübertragung an den Bildschirmen ermöglicht. Voraussichtlich werden nicht alle Tätigkeiten gleichzeitig und durchgängig parallel ablaufen. Es ist möglich, mehrere Bedienungsplätze sinnvoll zusammenzufassen; beispielsweise könnten Entstaubungsanlage und Sonderbewetterung bzw. die Hilfs- und Nebensysteme von nur einem Bediener überwacht werden. Die Anzahl der Bedienungsplätze ist ggf. größer als die des Bedienungspersonals. Sie wird zum derzeitigen Planungsstand auf vier (Alternativkonzept) bzw. fünf (Grundkonzept) abgeschätzt:

- Sicherungs- bzw. Bergegerät,
- Ladegerät (nur Grundkonzept),
- Hilfs- und Nebensysteme (z. B. Entstaubungsanlage, Sonderbewetterung),
- Innere und Äußere Schleuse sowie
- Strahlenschutz und andere messtechnische Überwachung

Als Grundlage für eine Abschätzung des Platzbedarfes für die Maschinensteuerstände können die Empfehlungen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Mai 2014) herangezogen werden, in der für ständig besetzte Arbeitsplätze ein Flächenbedarf von mindestens 12 bis 15 m² pro Arbeitsplatz anzusetzen ist. Für die abgeschätzten vier bzw. fünf Bedienungsplätze ergibt sich gemäß BAuA Empfehlung ein Platzbedarf von ca. 48 bis 60 m² bzw. ca. 60 bis 75 m². Diese Zahl erscheint zunächst hoch, insbesondere für die unter Tage üblicherweise eingeschränkten Platzverhältnisse, doch es ist auch der Platzbedarf für weiteres, nicht ständig anwesendes Personal einkalkuliert. Darunter fallen z. B. Personen, die während des Betriebs, dem An- und Abfahren einer Anlage oder im bei Instandhaltungsmaßnahmen, während der Schichtwechsel oder zu Arbeitsabsprachen zusätzlich im Bereich der Maschinensteuerstände anwesend sind. Da die Bedienungsplätze Dauerarbeitsplätze sind, werden sie entsprechend klimatisiert.

Örtlicher Leitstand Rückholung MAW

Im örtlichen Leitstand stehen alle im Rahmen der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle erzeugten Daten zur Verfügung. Die Aufbereitung von Daten sowie die Darstellung auf Bildschirmen dienen hier hauptsächlich der Überwachung und Koordinierung der fernbedienten und automatisierten Prozesse. Die Daten und Informationen der eingesetzten Maschinen und Einrichtungen werden zusammengeführt und gespeichert. Daten von den Bedienungsplätzen der fernbedienten Maschinen und Einrichtungen (Maschinensteuerstände) werden in einer schon aufbereite-



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 184 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

ten Form an den örtlichen Leitstand weitergegeben. Zwischen dem örtlichen Leitstand und den Maschinensteuerständen findet ein bidirektionaler Datenaustausch statt. Der örtliche Leitstand hat Zugriff auf die Daten der Maschinensteuerstände und kann bei Bedarf übergeordnet in den Prozessablauf eingreifen. Relevante aufbereitete Daten werden an die Warte über Tage weitergegeben.

Des Weiteren werden die automatisiert ablaufenden Prozesse der Schleusen und der Förderung im Äußeren Arbeitsbereich und im Sonstigen Grubenraum überwacht. Über Bildschirme, auf denen die Maschinen und Einrichtungen sowie Prozesse in Prozessschaubildern visualisiert werden, sowie mittels Videotechnik werden die Tätigkeiten überwacht und koordiniert.

Die Position des örtlichen Leitstandes ist nicht grundsätzlich festgelegt. Begrenzungen für die maximale Entfernung zwischen dem örtlichen Leitstand und den Maschinen und Einrichtungen ergeben sich in erster Linie aus z. B. Leitungsverlusten, Signalverlusten oder auch reduzierten Übertragungsgeschwindigkeiten. Eine Anordnung des örtlichen Leitstandes nahe den Maschinen und Einrichtungen hat den Vorteil, dass das Bedienungspersonal z. B. bei Störungen direkt vor Ort ist. Der örtliche Leitstand kann auch Maschinensteuerstand sein.

Der Platzbedarf für den örtlichen Leitstand wird zum derzeitigen Planungsstand nach der BAuA Empfehlung mit ca. 30 m² abgeschätzt. Dabei wird zugrunde gelegt, dass der örtliche Leitstand üblicherweise mit dem Vorarbeiter und dem Strahlenschutzingenieur als vor Ort zuständige Personen besetzt wird. Die Abbildung 106 zeigt beispielhaft die typische Einrichtung eines örtlichen Leitstandes für zwei Bedienungsplätze und Einrichtungen für die Überwachung der Tätigkeiten. Da der örtliche Leitstand ein Dauerarbeitsplatz ist, wird er ebenfalls entsprechend klimatisiert.



Abbildung 106: Beispielhafte Einrichtung des örtlichen Leitstandes mit zwei Bedienungsplätzen

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 185 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Warte über Tage

In der Warte über Tage stehen alle im Rahmen der Rückholung erzeugten Daten zur Verfügung. Die Aufbereitung von Daten sowie die Darstellung auf Bildschirmen dienen hier hauptsächlich der übergeordneten Überwachung. Weiterhin werden in der Warte auch andere spezifische Daten der Schachtanlage Asse II, die nicht dem Betrieb der Rückholung zuzuordnen sind, angezeigt und überwacht. Hierzu gehören z. B. Wettermessdaten, Daten der Fördermaschine, Daten von Brandmeldeanlagen, Energieverbräuche und radiologische Messdaten aus allen relevanten Bereichen der Schachtanlage Asse II.

Messraum

In einem oder mehreren Messräumen, die auch als Messcontainer ausgeführt sein können, befinden sich alle notwendigen Messeinrichtungen des Strahlenschutzes und der sonstigen messtechnischen Überwachung. Der Platzbedarf für die Messtechnik ergibt sich aus den Erfahrungen der Durchführung der Erkundungsmaßnahmen im Rahmen des Schrittes 1 der Faktenerhebung sowie aus den geplanten Geräten für die Rückholung der MAW-Gebinde und wird mit 30 m² abgeschätzt. In Abbildung 107 ist beispielhaft die Einrichtung eines Messraumes dargestellt.



Abbildung 107: Beispielhafte Darstellung eines Messraumes

12.3.2 Leittechnik

Mit den Einrichtungen der Leittechnik werden die Signale und Datenströme für die Rückholung der MAW-Gebinde verarbeitet, um dadurch den gesamten Prozess steuern und überwachen zu können.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 186 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Die verschiedenen Prozesse, Signale und Meldungen werden üblicherweise grafisch in Form von Prozessschaubildern auf Bildschirmen abgebildet.

Die Leittechnik ist grundsätzlich in 3 Ebenen untergegliedert:

1. Leitebene

- Beobachtung und Überwachung der einzelnen Phasen in der **Warte** über Tage
- Bedienung und Beobachtung der einzelnen Tätigkeiten im örtlichen Leitstand oder in Maschinensteuerständen

2. Steuerebene

- Schaltschränke mit Steuerungen, Messwert- und Datenspeicherung
- Rangierung (Sammlung und **Weiterverteilung**) von Signalen
- Energieverteilung

3. Feldebene

- Sensoren
- Aktoren (Antriebe, Ventile, Motoren etc.)

Die Leitebene wird in Form mehrerer Leitsysteme im örtlichen Leitstand oder Maschinensteuerständen angeordnet. Für die Rückholung wird jeder Maschine und Einrichtung ein eigenes Leitsystem in Form von Maschinensteuerungen zugeordnet. Dies hat den Vorteil gegenüber einer Zusammenfassung mehrerer Maschinen in nur einem Leitsystem, dass jede einzelne Maschine unabhängig betrieben und unabhängig getestet werden kann. Dieser Vorteil zeigt sich insbesondere bei der Inbetriebnahme. Eine gemeinsame Leittechnik für alle Maschinen und Einrichtungen hätte den Nachteil, dass bei Störungen oder Ausfall das gesamte System betroffen wäre und dass Abnahmen sehr komplex werden. Ein weiterer Aspekt ist, dass es Maschinen und Einrichtungen gibt, die vom Bedienungspersonal weitgehend nur überwacht werden, wohingegen andere Maschinen aktive Tätigkeiten erfordern. Zu den Systemen, die nur überwacht werden, gehören unter anderem die Einrichtungen des Strahlenschutzes, der Bewetterung, der Bereitstellung von Druckluft etc. Diese Einrichtungen erfordern nur begrenzte Aktionen des Bedienungspersonals. Die örtliche Zusammenlegung dieser Bedienungsplätze zu einem Arbeitsplatz ist sinnvoll. Andere Maschinen wie z. B. Sicherungs- bzw. Bergegerät und Ladegerät (nur Grundkonzept), werden fernbedient und erfordern für die Bedienung jeweils individuelle Arbeitsplätze.

Die Steuerebene umfasst die im Schaltraum (siehe Kapitel 12.1) untergebrachten Schalt- und Steuerschränke. Diese sind entsprechend den Anforderungen und Aufgaben der Maschinen und Einrichtungen ausgerüstet.

Die Feldebene ist die unterste Ebene und die Schnittstelle zum technischen Prozess über Ein- und Ausgangssignale. Sie umfasst die Signale aller Sensoren, sowie die Ansteuerung von Antrieben, Ventilen etc.

Netzwerke

Der Datenaustausch in der Leittechnik wird über Netzwerke realisiert, die physisch getrennt sind. Die Trennung ist einerseits sinnvoll, um große Datenströme in kleinere, besser beherrschbare zu teilen, andererseits notwendig, um eine gegenseitige Beeinflussung zu verhindern. Gegenseitige Beeinflussung kann zum Beispiel auftreten, wenn ein Teilnehmer im Netzwerk Störungen verursacht und damit alle anderen Netzwerkteilnehmer ebenfalls stört, was bei sicherheitsgerichteten Einrichtungen auszuschließen ist. Eine Störung im Videosystem zum Beispiel hätte dann Auswirkungen



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 187 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

auf die Maschinentechnik. Die Trennung der Netzwerke wird zumindest in nachfolgend aufgeführte funktionale Einheiten vorgenommen:

- Maschinennetzwerk,
- Videonetzwerk,
- Strahlenschutznetzwerk,
- Kommunikationsnetzwerk (hier ggf. weitere Sub-Netzwerke),
- Brandmeldeanlagen,
- Objektschutznetzwerk (hier nur der Vollständigkeit halber genannt und nicht näher beschrieben) und
- Asse-Intranet.

Werden einzelne der oben genannten Netzwerke zusammengelegt, ist mit geeigneten Methoden sicherzustellen, dass eine gegenseitige Beeinflussung keine negativen Auswirkungen auf das einzelne System hat.

Übergeordnete Leittechnik (Warte)

Die übergeordnete Leittechnik ist in der Warte über Tage angeordnet und mit jeder einzelnen Maschinensteuerung und Einrichtung unter Tage über die verschiedenen Netzwerke verbunden. Über die auf der Schachtanlage Asse II vorhandenen Schalträume und die bestehende LWL-Verbindung nach über Tage ist eine Anbindung möglich. Alle Maschinensteuerungen unter Tage stellen jederzeit Daten über die Netzwerke zur Verfügung. Aus diesen Daten ist es möglich, ein vollständiges Prozessabbild der Zustände und Abläufe in den einzelnen Bereichen zu erzeugen. Anhand dieses Prozessabbildes ist eine umfassende Überwachung der Tätigkeiten im Rahmen der Rückholung möglich. Die übergeordnete Leittechnik besteht aus leistungsfähigen Rechnern auf PC Basis sowie speicherprogrammierbaren Steuerungen. Die Anzeige der Daten erfolgt auf mehreren Bildschirmen.

In der übergeordneten Leittechnik werden, die bestehenden Netzwerke der Schachtanlage Asse II genutzt und gegebenenfalls erweitert.

Es wird angestrebt, alle unter Tage erzeugten Signale auch über Tage zur Verfügung zu stellen. Eine Echtzeitübertragung von Signalen einzelner Bereiche, wie z. B. der Videotechnik, ist zum derzeitigen Planungszeitpunkt noch nicht für alle Komponenten Stand der Technik. Bei einer Abwägung, ob die Fernbedienung von über Tage oder unter Tage erfolgen soll, ist die Echtzeitfähigkeit des Systems ein wichtiges Entscheidungskriterium.

Videotechnik

Die Maschinen und Einrichtungen im Inneren Arbeitsbereich, die zur Erkundung, Öffnung, Sicherung und Bergung innerhalb der Einlagerungskammer zum Einsatz kommen, werden vorwiegend fernbedient. Eine direkte visuelle Inaugenscheinnahme der auszuführenden Tätigkeiten ist für das Bedienungspersonal nicht möglich. Daher erfolgt die visuelle Überwachung der fernbedienten Maschinen und Einrichtungen über Bildschirme und ferngesteuerte Kameras. Zur Überwachung der automatisierten Vorgänge an den Schleusen und weiteren Einrichtungen, die von Personal nicht betreten werden sollen oder dürfen, wird ebenfalls diese Überwachung benötigt.

Die Videotechnik umfasst die elektronischen Verfahren zur Aufnahme, Übertragung und Wiedergabe von bewegten Bildern sowie ggf. des Begleittons. Dazu gehören Geräte, wie Videokameras, Mikrofone, Bedienungskonsolen, Bildschirme und Aufzeichnungsgeräte. In Abbildung 108 wird schematisch der grundlegende Aufbau der Videotechnik dargestellt. Alle Komponenten der Videotechnik sind an das zentrale Videosystem angeschlossen. Über die Bedienungskonsolen werden die Videokameras angewählt und gesteuert sowie die Bilder der Videokameras auf die Bildschirme aufgeschaltet.

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 188 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

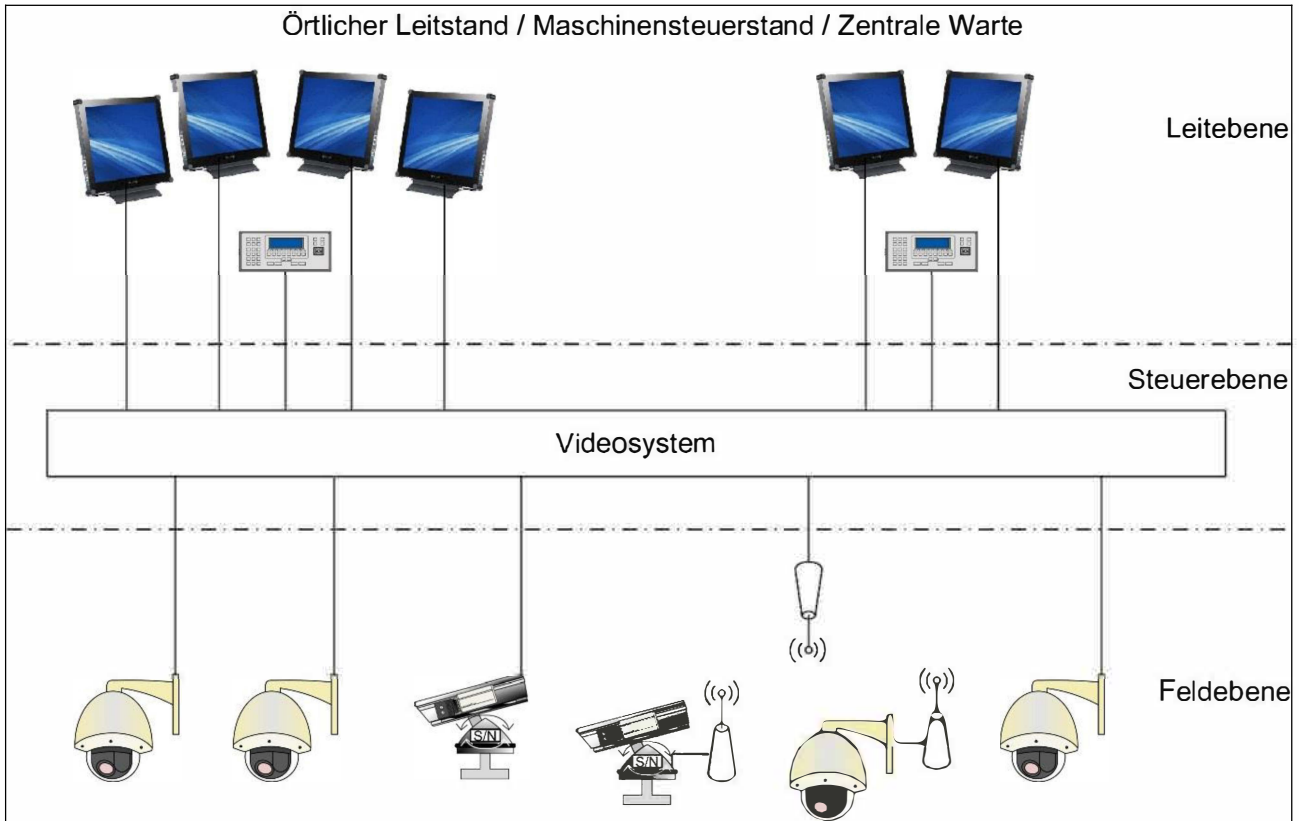


Abbildung 108: Schematische Darstellung der Videotechnik

Im Folgenden werden die Eigenschaften und Anforderungen an die Komponenten der Videotechnik beschrieben.

Videokameras

Alle Videokameras sind elektrisch derart kompatibel, dass bei gleicher Bauart ein Austausch untereinander möglich ist. Die optischen Eigenschaften sind davon nicht betroffen.

Gemeinsame Eigenschaften aller Videokameras wie z. B. hohe Empfindlichkeit und Auflösung auch bei schlechten Beleuchtungsverhältnissen, Säuberung der Eintrittslinse von Salzstaub, Zoommöglichkeit oder Autofokus werden in den weiteren Planungen betrachtet.

Zur Anwendung sind verschiedene Standardsysteme vorgesehen wie beispielsweise Fix-Kameras, Schwenk-/Neigekameras, Dome-Kameras oder Wireless-Videokameras.

Für weitere Anwendungen können noch spezielle Kamerasysteme mit besonderen Anforderungen erforderlich werden. Hierzu zählen z. B. Minikameras bei engen Platzverhältnissen, Kameras an Fahrzeugen oder an sonstigen Handhabungsgeräten oder Wärmebildkameras.

Videobildschirme

Videobildschirme (hier nur noch Bildschirme genannt) haben die Aufgabe, das von einer Videokamera aufgenommene Bild möglichst wirklichkeitsgetreu darzustellen. Die Größe (Bilddiagonale) der Bildschirme wird hinsichtlich des Betrachtungsabstandes an die geplanten Bedienungsplätze angepasst. Die Bildschirme sind für Dauerbetrieb ausgelegt.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 189 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Mikrofone

Zur akustischen Rückkopplung bei der Ausführung von fernbedienten Tätigkeiten werden an ausgewählten Stellen Mikrofone benötigt. Die Signale werden im örtlichen Leitstand und in den relevanten Maschinensteuerständen über regelbare Lautsprecher ausgegeben. Die Mikrofone können auch in Videokameras eingebaut sein und werden an die Umgebungsbedingungen angepasst.

Videosystem

Das Videosystem ist die zentrale Einheit, auf der alle eingehenden Signale von Kameras und Bedienungskonsolen sowie alle abgehenden Signale für die Bildschirme zusammengeführt werden. Das Videosystem hat unter anderem die folgenden Aufgaben:

- Steuerung der Kameras: Schwenken, Neigen, Zoom, Schärfe, Blende, etc. (z. B. auch Anfahren von festen Positionen),
- Zuordnung von Kamerabildern zu den Bildschirmen über die Bedienungskonsolen,
- Aufteilen von mehreren Kamerabildern auf einem Bildschirm (Split-Screen),
- Aufnahmen von Bildern oder Videosequenzen für Dokumentationszwecke,
- Überwachung von Bild- oder Raumbereichen mit Alarmfunktion und
- Management von Zugriffsberechtigungen auf Kameras.

Kommunikationssysteme

Kommunikationssysteme sind Einrichtungen bzw. eine Infrastruktur zum Austausch von Informationen zwischen dem Bedienungspersonal selbst sowie anderen Bereichen der Schachtanlage Asse II. Kommunikationssysteme stellen dazu Nachrichtenverbindungen zwischen einer oder mehreren Endstellen her. Zur Rückholung der MAW-Gebinde werden folgende Systeme eingesetzt:

Telefonanlage

Alle für die Rückholung der Gebinde aus ELK 8a/511 genutzten Räume bzw. Bereiche außerhalb der Einlagerungskammer werden mit Telefonen ausgerüstet. Telefone sind notwendig, um die Kommunikation z. B. bei Personenschleusvorgängen oder zwischen den Maschinensteuerständen und Schaltraum im Rahmen von **W**artungsarbeiten oder wiederkehrenden Prüfungen, zu ermöglichen.

Funk

Funkverbindungen sind notwendig, wenn Tätigkeiten durchgeführt werden, bei denen entweder am Ort ein Telefon nicht vorhanden ist oder eine Mobilität bei der Kommunikation notwendig ist, z. B. bei Interventionsarbeiten im Inneren Arbeitsbereich. Besondere Ausrüstung für die Funktechnik kann für die Kommunikation im Inneren Arbeitsbereich notwendig werden, wenn Tätigkeiten unter Vollschutz ausgeführt werden (z. B. Helmfunk).

Gegensprechanlage

Gegensprechanlagen werden vorgesehen, wenn eine Kommunikation von Punkt zu Punkt ohne Telefon erforderlich ist, zum Beispiel an Schleusen und Zugangstoren mit beschränktem Zutritt.

Alarmsystem

Zum Schutz der Mitarbeiter werden jeweils zentral gesteuerte Lampen-Hupen-Lautsprechereinheiten (opto-akustische **W**arngeräte) installiert. Die Alarmzustände/Kategorien werden durch die Kombination verschiedener Lampen- und Hupensignale angezeigt. Die Alarmierung der Mitarbeiter über diese Lampen/Hupen-Einheiten erfolgt durch eine Auslösung im örtlichen Leitstand. Übergeordnete



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 190 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Alarmierungen durch die **Warte** der Schachtanlage Asse II erfolgen per Telefon oder Alarmstationsfunkgerät an die vor Ort zuständige Person. Im Falle einer Schwellenwertüberschreitung, die die Auslösung eines Alarms erforderlich macht, kann der vor Ort zuständige Strahlenschutzingenieur die entsprechende Alarmierung auslösen (Ansteuerung der opto-akustischen **Warngeräte** innerhalb und außerhalb des Strahlenschutzbereichs). Zusätzlich werden in allen wichtigen Bereichen geeignete Brandmeldesysteme installiert.

Anzeige von externen Signalen

Im örtlichen Leitstand werden Meldungen von Systemen und Einrichtungen angezeigt, die keine direkte Bedienung durch das Bedienungspersonal erfordern, wie z. B. Energieversorgung und USV, oder von übergeordneten Systemen, wie z. B. die Grubenbewetterung. Die Visualisierung kann auf einem Sammelmeldetableau oder über einen Bildschirm erfolgen. In der weiteren Planung wird die Möglichkeit eines unabhängigen Meldesystems für diese Meldungen betrachtet.

Die Strahlenschutzbereiche der Rückholung sind durch die **Äußere Schleuse** vom Sonstigen Grubenraum abgetrennt. Nur von der Personendosimetrie freigegebene Personen dürfen diese Strahlenschutzbereiche unter Tage betreten. Hierzu meldet sich das Personal mit dem persönlichen Dosimeter am Zugangskontrollsystem der **Äußeren Schleuse** an. Das Ein- bzw. Auslogsystem gibt bei positiver Rückmeldung für die jeweilige Person den **Weg** in die Schleuse frei. Für das Zugangskontrollsystem sind eine Stromversorgung, eine Datenanbindung sowie ein Videosystem für die visuelle Kontrolle des Zu- und Ausgangsbereiches vorgesehen.

Schnittstellen der Leittechnik

Schnittstellen ergeben sich einerseits durch physische Anbindungen und andererseits durch funktionale Anforderungen. Physische Schnittstellen sind zum Beispiel der Anschluss an die bestehenden Netzwerke der Schachtanlage Asse II, funktionale Schnittstellen sind Meldungen, die im Rahmen der Rückholung erzeugt werden und an anderer Stelle (z. B. **Warte**) zur Anzeige kommen sollen. Zwischen folgenden Einrichtungen der Rückholung aus der ELK 8a/511 ergeben sich physische Schnittstellen zu Einrichtungen der Schachtanlage Asse II:

- Brandmeldeanlage (BMA),
- Daten der Maschinenteknik,
- Strahlenschutz,
- Videotechnik,
- Kommunikation (Telefon, Grubenfunk, Alarmsystem) und
- Objektschutz.

12.3.3 Maschinensteuerungen

Für die Rückholung werden Maschinen und Einrichtungen eingesetzt, die automatisiert, fernbedient oder manuell gesteuert werden können. Die Maschinen und Einrichtungen im Inneren Arbeitsbereich werden so ausgelegt, dass das Bedienungspersonal einer möglichst geringen Strahlenexposition ausgesetzt ist; sie werden fernbedienbar eingerichtet. Die Schleusvorgänge für die Behälter erfolgen sowohl in der Inneren als auch der **Äußeren Schleuse** automatisiert. Die Behälterförderung im **Äußeren Arbeitsbereich** von der Inneren Schleuse bis zur **Äußeren Schleuse** erfolgt ebenfalls weitgehend automatisiert.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 191 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Die einzelnen Tätigkeiten der Rückholung werden von den jeweiligen Bedienungsplätzen überwacht. Zur Überwachung dienen sowohl Prozessdaten als auch Video- und Audiosignale. Die verschiedenen Maschinensteuerungen sorgen durch den Austausch von Signalen untereinander für einen sicheren Betrieb. Der Austausch der Signale kann über das Maschinennetzwerk erfolgen. Die Anforderungen an die Signale zwischen den einzelnen Maschinen und Einrichtungen werden in der weiteren Planung festgelegt.

Jede Maschinensteuerung stellt über standardisierte Schnittstellen Statusinformationen an die übergeordnete Leittechnik zur Verfügung. Die Statusinformationen ermöglichen ein vollständiges Abbild vom Zustand der Maschine oder der Einrichtung, der z. B. auf einem Bildschirm visualisiert dargestellt wird.

Im Rahmen von Tests oder bei Werksabnahmen im Herstellerwerk, die für die Maschinen und Einrichtungen durchgeführt werden, wird die Funktionalität der Maschinensteuerungen nachgewiesen. Für die Sicherheitsfunktionen wird dies durch Protokolle dokumentiert.

In den Maschinensteuerständen werden maschinenspezifische Zustandsanzeigen und Messwerte (z. B. Füllstandsanzeige des Hydrauliköls, Motortemperaturanzeige) visualisiert. Bei einer Überschreitung von vorab eingestellten Werten werden Warnsignale ausgegeben. Das Bedienungspersonal ist somit anhand der Messdaten in der Lage, dem Wartungspersonal notwendige Informationen zu geben und Wartungs- bzw. Instandhaltungsmaßnahmen zu veranlassen.

Maschinen und Einrichtungen werden gemäß Maschinenrichtlinie 2006/42/EG des europäischen Parlaments und Rates und weiteren technischen Regeln mit einer Not-Aus-Einrichtung versehen. Der sichere Zustand einer Maschine oder einer Einrichtung kann durch Not-Halt oder durch Not-Aus erreicht werden:

- Not-Halt ist eine Funktion, die primär zum Stillsetzen einer Bewegung dient, um Gefährdungen durch diese Bewegung abzuwenden, z. B. bei rotierenden Maschinenteilen (Fräse, Rollenaggregate etc.).
- Not-Aus ist eine Funktion, die primär direkte Gefährdungen durch elektrischen Strom oder Spannung abwenden soll, z. B. in elektrischen Schalt- und Verteileranlagen. Demzufolge werden sie bei Not-Aus unverzüglich spannungsfrei geschaltet. Nach dem Entriegeln der Not-Aus-Funktion wird sichergestellt, dass Maschinen oder Einrichtungen nicht wieder eigenständig anlaufen.

Es wird im Einzelfall entschieden, welche der beiden Möglichkeiten das erforderliche Schutzziel erreicht.

Fernbedienbarkeit

Der Begriff Fernbedienung bedeutet, dass Maschinen oder Einrichtungen aus der Ferne gesteuert (bedient) werden. Die Fernbedienung erfolgt durch Bedienungspersonal über Bedienungskonsolen für die Maschinen oder Einrichtungen. Die Fernbedienung wird kabelgebunden oder kabellos ausgelegt. Die kabelgebundene Fernsteuerung bietet störereichere Befehls- und Datenübertragung. Die Komplexität der Kabelführung ist jedoch ein Nachteil, wenn die Maschine oder Einrichtung längere und komplizierte Fahrwege hat oder sich mehrere Maschinen im gleichen Arbeitsraum bewegen, und birgt die Gefahr einer mechanischen Beschädigung eines Kabels. Es ist auch möglich einzelne Maschinen und Einrichtungen so auszulegen, dass sie sowohl manuell (mit Bedienungspersonal an oder in der Maschine) als auch über eine kabelgebundene bzw. kabellose Fernsteuerung bedienbar sind.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 192 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Für alle Fernbedienungen gilt, dass die auflaufenden und verarbeiteten Daten teilweise in automatische Steuerbefehle umgesetzt und an die jeweilige Maschine bzw. Einrichtung zur Ausführung zurückgesendet werden. Darüber hinaus erfolgt in der Maschinensteuerung eine Speicherung aller Betriebs- und Messdaten der zugeordneten Maschine bzw. Einrichtung.

Für die Übertragung der Signale bei drahtlosem Betrieb können verschiedene Techniken zum Einsatz kommen. Welche Technik ausgewählt wird, richtet sich nach dem Anwendungszweck sowie den Anforderungen hinsichtlich der Übertragungssicherheit.

- Funk (z. B. 433 Mhz)
Dies ist eine bergbauerprobte und bewährte Technik, die darüber hinaus auch bei Baggern und Kränen in der Industrie eingesetzt wird. Die Datenübertragung in Richtung des Senders kann als Rückmeldung für komplexe Systeme erfolgen. Mögliche Nachteile sind Störungen durch Reflexionen oder den Grubenfunk.
- WLAN
WLAN ist eine sichere Übertragungsart, es können viele Geräte gleichzeitig versorgt werden, die realisierbaren Datenraten sind hoch und die Technik wenig störanfällig.
- Bluetooth
Bluetooth bietet eine sichere Datenübertragung, hohe Datenraten und robuste Technik, jedoch sind die zu realisierenden Reichweiten gering. Für Maschinen ist diese Technik noch nicht grundsätzlich Stand der Technik.

Für alle Arten der Fernbedienung gilt, dass das Bedienungspersonal die Grenzen der jeweiligen Maschine kennen muss. Grenzen sind physikalische Reichweiten von Maschinenelementen, Kräfte, die auf die Maschine einwirken, bzw. Kräfte, mit der die Maschine auf andere einwirkt. Vollständige Kollisionsüberwachungen, die vollkommen automatisiert den Arbeitsbereich einzelner Maschinen so schützen, dass eine Kollision mit anderen Maschinen oder Gegenständen ausgeschlossen wird, sind bereits aus anderen Industrieanwendungen (z. B. Hafenbetriebe bei der Entladung von Containerschiffen) bekannt. Diese Automatisierungstechnik ist auch für die Rückholung realisierbar, müsste jedoch ggf. für einzelne Maschinen noch entwickelt werden.

Betriebsarten der Leittechnik

Für die Rückholung sind für die fernbedienten Maschinen und Einrichtungen zunächst die folgenden Betriebsarten vorgesehen:

Fernbedienung

Die Steuerung der Maschinen erfolgt mittels Fernbedienung, kabelgebunden oder kabellos, aus den Maschinensteuerständen.

Automatik

Diese Betriebsart gibt es nur für Maschinen und Einrichtungen, die nicht fernbedient werden müssen im Sinne einer Hantierung. Im Automatikbetrieb arbeitet die Maschine oder Einrichtung selbsttätig innerhalb der vorgesehenen Parameter. Bedienungsaktionen können notwendig werden, z. B. um Messungen zu starten oder Meldungen zu quittieren.

Wartungs- und Reparaturbetrieb

Um Maschinen zu Reparatur- bzw. Wartungszwecken bewegen zu können, gibt es die Option Wartungs- und Reparaturbetrieb. So kann jede Maschine von Hand, z. B. mit einem mobilen Steuermodul bedient werden.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 193 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Einrichtungsbetrieb

Diese Betriebsart wird nach **Wartungs-** und **Reparaturarbeiten** verwendet, um die Funktionstüchtigkeit der Maschine vor Ort zu testen.

Signale/Signalübertragung

Mess- und Steuersignale der fernbedienbaren und automatisierten Maschinen und Einrichtungen werden zu den Maschinensteuerständen übertragen und aufbereitet. Hier laufen alle maschinenspezifischen Daten z. B. Drehzahlen, Temperaturen, Drücke, Volumenströme, radiologische Messdaten u. v. m. auf und werden für eine **Weiterverarbeitung** bzw. **Speicherung** aufbereitet.

Von diesen Daten wird nur noch die für **Betrieb** und **Sicherheit** relevanten in den örtlichen Leitstand übertragen. Dort werden Störungen zunächst nur als **Sammelstörung** angezeigt, können aber bei Bedarf bis zur **Störungsursache** detailliert werden.

Störungsmeldungen an die **Warte** werden ebenfalls als **Sammelstörungen** übertragen. Für den Fall eines unbesetzten örtlichen Leitstandes erhält die **Warte** Fernzugriff auf den örtlichen Leitstand und hat so Zugriff auf die gesamten Daten des örtlichen Leitstands.

Signale können auf verschiedene Art und **Weise** übertragen werden. Um den Kabelaufwand zu reduzieren, kann für die Datenübertragung auch auf drahtlose Systeme wie Funk-, Bluetooth- oder **WLAN**-Netzwerke zurückgegriffen werden. Ein weiterer Faktor für den Einsatz von drahtlosen Systemen ist die hohe **Flexibilität**. Im Gegensatz zu kabelgebundenen Systemen mit festgelegter **Aderanzahl** kann ein **Wireless** System ohne großen Aufwand erweitert werden. Neben dem **Wegfall** einer zusätzlichen komplexen Kabelführung ist dies ein weiterer Vorteil, diese Technologie bei den mobilen Maschinen im Inneren Arbeitsbereich einzusetzen. Bei Maschinen und Anlagenteilen mit festem Standort kann herkömmliche kabelgebundene Signalübertragung eingesetzt werden.

Weitere Messdaten werden z. B. von Einrichtungen zur **Strahlenschutzüberwachung** über die entsprechenden Sensoren detektiert und in den örtlichen Leitstand bzw. die **Warte** über Tage übertragen.

Zur **Absicherung** der Verfügbarkeit von ausgewählten Maschinen oder Einrichtungen, insbesondere im Inneren Arbeitsbereich, kann es notwendig werden, **redundante** Datenübertragungen vorzusehen. Redundanzen können sich zusammensetzen als **doppelte** Funkstrecken oder auch als **Mischbetrieb** mit Kabel- und Funkverbindung. Datenübertragungen beispielsweise über weite Strecken oder in Bereichen mit einem hohen Risiko einer mechanischen Beschädigung sind als **Ringleitungen** ausgeführt und haben somit eine **Kabelredundanz**.

Prozessvisualisierung

In den Bereichen **Innere Schleuse**, **Äußerer Arbeitsbereich**, **Äußere Schleuse** und **Sonstiger Grubenraum** laufen viele Tätigkeiten weitestgehend **automatisiert** ab. Um diese zu kontrollieren, werden in den Bereichen fernbedienbare **Kameras** installiert. Die **Kameras** nehmen die Prozesse auf und leiten die **Bilder** über das **Videonetzwerk** in den entsprechenden Maschinensteuerständen und von dort ggf. in den örtlichen Leitstand bzw. die **Warte** weiter. Aus den anfallenden **Prozessdaten** der Maschinen und Einrichtungen werden für das **Bedienungspersonal** übersichtliche Darstellungen der ablaufenden Prozesse erzeugt. Diese **Visualisierung** ist Teil der **Leittechnik** der einzelnen Maschinen und Einrichtungen. Die **Visualisierung** erfolgt derart, dass das **Bedienungspersonal** in der Lage ist, jederzeit den **Zustand** der Maschine oder Einrichtung zu beurteilen. Dies kann z. B. durch **animierte Grafiken** (**Prozessschaubilder**) auf den **Bildschirmen** realisiert werden.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle 3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 194 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Behälterdatenerfassung

Sowohl die Umverpackungen als auch die gefüllten Innenbehälter werden auf dem Transportweg von der Inneren Schleuse bis in den Sonstigen Grubenraum bzw. nach über Tage aus dem örtlichen Leitstand und ggf. aus der **Warte** über Tage überwacht. Hierzu gehören sowohl die aktuelle Position als auch Informationen über den jeweiligen Inhalt. Um ein solches Überwachungssystem einrichten zu können, wird eine geeignete Technik z. B. RFID (Radio-Frequency-Identification) verwendet. Dieses System wird an die im untertägigen Bergbau herrschenden Bedingungen angepasst. Das System besteht aus Transpondern, die an Behältern, Geräten oder auch an Fahrzeugen angebracht werden, sowie Sender-Empfängereinheiten, die die Transponder auslesen und beschreiben können. Die Transponder sind an den jeweiligen Einrichtungen geschützt angebracht und dürfen bei Erschütterungen bzw. beim Transport nicht abfallen oder zerstört werden. Die Transponder werden bereits bei der Herstellung der Behälter berücksichtigt und angebracht. Die Behälterdatenerfassung wird so ausgelegt, dass die Erfassung der Daten auch in salzhaltiger und feuchter Umgebung erfolgen kann. Zur Überwachung der Behälter auf dem Transportweg werden in den Transportstrecken sowie an Übergabepunkten wie z. B. Schleusen und Pufferlagern Sender-Empfängereinheiten installiert. Diese Sender-Empfängereinheiten sind in der Lage, die Behälter auf ihrem **Weg** zu überwachen und auch den Standort des jeweiligen Transportmittels abzufragen. Die von den Sender-Empfängereinheiten aufgenommenen Daten werden in das entsprechende Netzwerk eingespeist und dem örtlichen Leitstand sowie ggf. der **Warte** zur Verfügung gestellt.

Schnittstellen zu anderen Systemen gibt es unter anderem bei der Verfolgung der Umverpackungen. Angaben zum Inhalt des Behälters werden in einer Datenbank-Datei gespeichert und darüber hinaus in der Datei für das Erkennungssystem hinterlegt. Des Weiteren werden Standzeiten der Behälter in den Pufferlagern und an Umschlagpunkten in einer Datenbank (Behälterdatenbank) fortgeschrieben und in der **Warte** zur Verfügung gestellt. Es wird eine Datenbank entsprechend den Anforderungen des Regelwerks eingesetzt, z. B. ReVK oder AVK, oder auch neu erstellt.

Um bei einem Ausfall des RFID-Transponders weiterhin eindeutig zu identifizieren, um welche Behälter es sich handelt, verfügen die Behälter über eine eingeschlagene Nummer, die ebenfalls in der Datenbank gespeichert ist. Die Behälterinformationen können damit jederzeit aus der Datenbank abgerufen werden.

Hard- und Softwareschnittstellen

Aus den räumlichen und funktionalen Abhängigkeiten zwischen den Maschinen und Einrichtungen ergeben sich Schnittstellen, die in den Maschinensteuerungen einbezogen werden müssen. Im Folgenden werden Maschinen bzw. Einrichtungen im Inneren Arbeitsbereich benannt, die über gegenseitige Hard- und Softwareschnittstellen zur Steuerung und Automatisierung verbunden sind.

- Sicherungs- bzw. Bergegerät,
- Ladegerät (nur Grundkonzept),
- Entstaubungsanlage,
- Doppeldeckelschleuse und
- Überwachungseinrichtungen.

Hinsichtlich der Behandlung der Schnittstellen wird unterschieden zwischen Verriegelungen und Weitschaltungen. Verriegelungen dienen dem Schutz von Maschinen oder Menschen; Verriegelungen setzen Maschinen still oder verhindern deren Start. Weitschaltungen müssen erfüllt sein, damit Maschinen oder Einrichtungen ihre Funktionen ausführen können. Im Folgenden werden für den Inneren Arbeitsbereich für das Bergegerät Beispiele für Signale, Daten und Parameter genannt, die bei Weitschaltungen (**W**) oder Verriegelungen (**V**) berücksichtigt werden müssen.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle 3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 195 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Bergegerät

- Überwachung der Betriebsparameter des Gerätes (**W**, **V**): Befindet sich der Druck des Hydrauliköls eines Hubzylinders im definierten Arbeitsbereich, erfolgt die **Weiterschaltung** und der Zylinder kann betätigt werden (**W**); ist die Temperatur einer Getriebekomponente außerhalb des zulässigen Bereiches, wird die betroffene Komponente verriegelt (**V**), das Bergegerät kann keine bzw. nur eingeschränkte Funktionen ausführen.
- Entstaubungsanlage in Betrieb (**W**): Ist die Entstaubungsanlage in Betrieb, erfolgt die **Weiterschaltung** zum Bergegerät und dieses kann arbeiten (**W**).
- Abstand zum Ladegerät (nur Grundkonzept) (**V**): Meldet die Kollisionsüberwachung, dass sich das Ladegerät im Arbeitsbereich des Bergegerätes befindet, kann das Bergegerät nicht in diesem Bereich arbeiten (**V**).

Die Auflistung wird in der weiteren Planung ergänzt und detailliert in Form eines Funktionsplanes ausgearbeitet. Funktionspläne werden für alle im Inneren Arbeitsbereich geplanten Maschinen und Einrichtungen erstellt. Dies gilt ebenso für alle anderen Bereiche, die während der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle genutzt werden.

12.3.4 Überwachungseinrichtungen, Messtechnik

Aufgabe und Anforderungen

Messgeräte dienen der Überwachung von relevanten Parametern innerhalb der Strahlenschutzbereiche, einerseits zum Schutz des eingesetzten Personals vor radiologischen und toxischen Gefahren und andererseits zur sicheren Rückholung der radioaktiven Abfälle.

Dazu werden bereits vor dem Durchschlag in die Einlagerungskammern

- für jeden einzelnen technischen Vorgang, einschließlich der Durchführung erforderlicher Strahlenschutzmaßnahmen, vorlaufender Messungen etc. der Zeitbedarf ermittelt,
- der Einsatz fernbedienbarer Maschinen und fernbedienbarer Untersuchungsmethoden in den Strahlenschutzbereichen getestet,
- sämtliche relevanten Prozessdaten und Daten der Überwachungseinrichtungen gesammelt und gespeichert,
- die Prozesse und Überwachungsmethoden entsprechend des fortschreitenden Erkenntnisstandes optimiert.

Diese Tätigkeiten werden auch nach dem Durchschlag in die ELK 8a/511 fortgesetzt.

Im Betrieb dienen die radiologischen Messungen dazu, die Exposition für das Personal sowie das Kontaminationsniveau innerhalb des Inneren und Äußeren Arbeitsbereiches und der Schleusen zu überwachen. Dazu werden ggf. weitere Messungen und Messgeräte erforderlich.

Messgeräte und Sonden

Die Auswahl der Messgeräte und Sonden bezieht sich auf die Aufgaben, die sich aus dem Schutz von Beschäftigten und Bevölkerung sowie zur Erreichung der Untersuchungsziele ergeben. Es kommen vorrangig Komponenten zum Einsatz, die sich in der Praxis auf der Schachtanlage Asse II bewährt haben. Eine detaillierte Beschreibung der eingesetzten Messgeräte findet sich im Kapitel 10.4.

12.4 ZUGANGSTRECKENSICHERUNG

Vor Beginn der Herrichtung des Inneren Arbeitsbereiches zur ELK 8a/511 wird eine Zugangsstreckensicherung hergestellt. Die Zugangsstreckensicherung dient der Vorsorge, dass im Falle eines

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 196 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

AÜL einerseits die Lösung nicht ungehindert in die Einlagerungskammer eintreten und zur Mobilisierung von Schadstoffen (Radionuklide bzw. toxische Stoffe) führen kann und andererseits kontaminierte Lösung nicht auf diesem Pfad aus der ELK 8a/511 austreten kann. Hierdurch wird die Einlagerungskammer nach Eintritt des AÜL so vom restlichen Grubengebäude abgeschottet, dass der Sicherheitszustand der Einlagerungskammer qualitativ vergleichbar mit dem Zustand vor dem Öffnen ist. Darüber hinaus dient die Zugangsstreckensicherung als Widerlager bei der planmäßigen abschließenden Verfüllung der Einlagerungskammer.

Für die Zugangsstreckensicherung werden im Falle eines AÜL zunächst zwei Schalungen als Widerlager im Inneren Arbeitsbereich errichtet (siehe Abbildung 109). Diese Schalungen bestehen z. B. aus vorgefertigten Sorelbetonblöcken, die formschlüssig an einer im Vorfeld hergestellten Verbreiterung des Streckenmantels aufgebaut wird. Der zwischen diesen Schalungen liegende Streckenabschnitt wird mit Sorelbeton verfüllt. In diesem Streckenabschnitt wird in der Firste ein Dom ausgebildet. Dieser wird benötigt, um Luft einschließen in Zwickelbereichen zwischen Schalung und Firste zu vermeiden und so eine vollständige Verfüllung mit Sorelbeton zwischen den Schalungen sicherzustellen. Das Einbringen des Sorelbetons erfolgt über eine Verfüllbohrung, die z. B. von der 490-m-Sohle bis in den Dom gestoßen wird. Die Verfüllbohrung kann bereits vor Beginn der Rückholung teilweise erstellt werden; lediglich die letzten ca. 2 m dürfen erst im Eintrittsfall durchbohrt werden. Damit wird ein mögliches Austreten von Kontaminationen aus dem Inneren Arbeitsbereich vermieden.

Eine Entscheidung über die genaue Position der Zugangsstreckensicherung sowie über den Typ des Verfüllmaterials erfolgt im Rahmen der weiteren Planung unter Einbeziehung der weiteren Verfüllmaßnahmen der Notfallmaßnahmen.

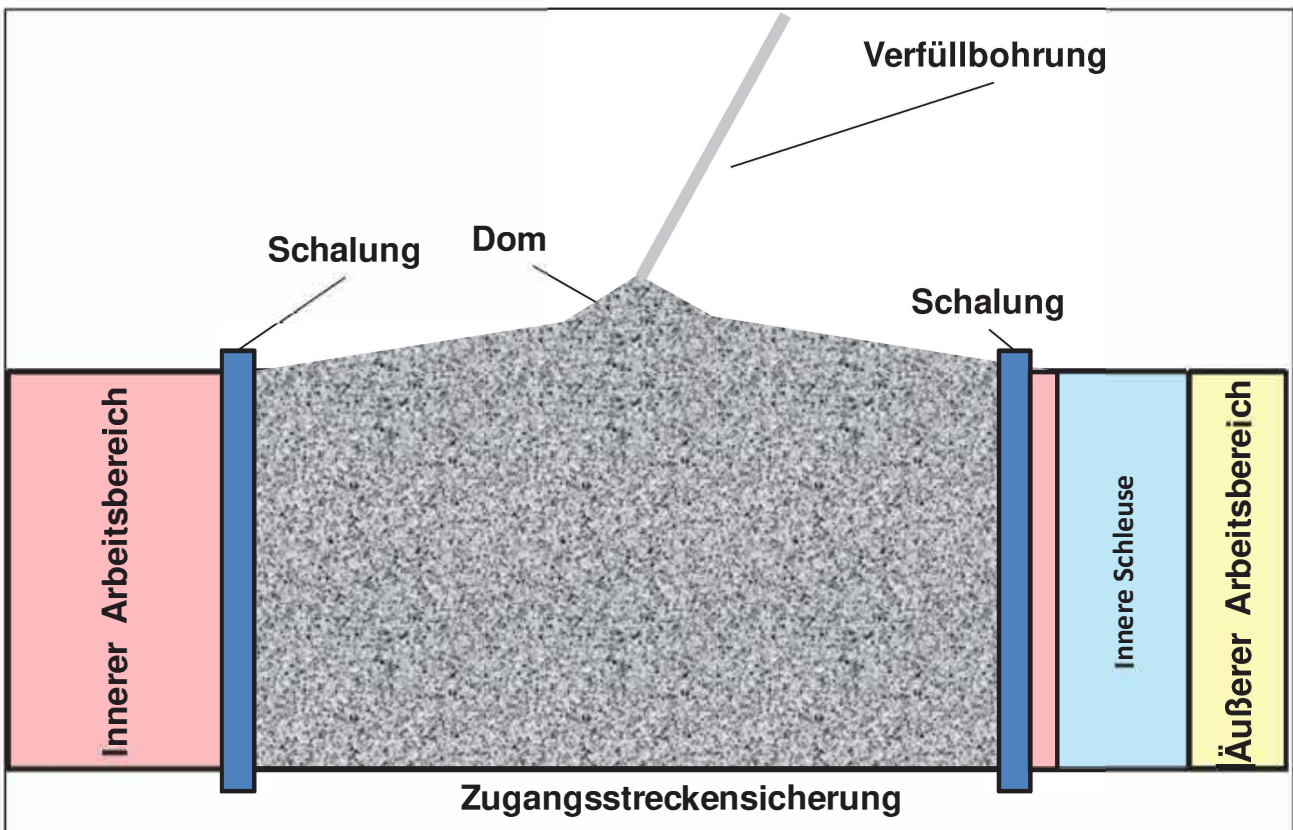


Abbildung 109: Zugangsstreckensicherung im Inneren Arbeitsbereich, schematische Darstellung



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 197 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

12.5 BAUSTOFFVERSORGUNG

Für die Herstellung von Sorelbeton für Verfüllmaßnahmen im Rahmen der Rückholung der MAW-Abfälle kommen vorhandene Anlagen insbesondere die dann verfügbaren Baustoffanlagen. Diese sind auf einen kontinuierlichen Betrieb ausgelegt und können nach jetzigem Stand pro Stunde bis zu 20 m³ Sorelbeton herstellen. Hierzu wird bis zu 25 t Salzgrus in einer Körnung zwischen 0 und 4 mm benötigt. Dabei kann sowohl Eigensalz aus der Schachtanlage Asse II als auch angeliefertes Fremdsalz eingesetzt werden. Salz und MgO werden zu einem sogenannten Vorprodukt trocken gemischt. Das Vorprodukt wird zu einer der mobilen Misch- und Pumpanlagen gefördert. Diese Anlagen werden an unterschiedlichen Stellen des Grubengebäudes aufgestellt und es werden die von dort aus erreichbaren Grubenräume verfüllt. Das Vorprodukt wird in den Misch- und Pumpanlagen mit MgCl₂-Lösung und in Einzelkampagnen auch mit MgCl₂-dominierter Lösung (Sole) vermischt. Der daraus entstehende Sorelbeton wird mit einer Betonpumpe in die entsprechenden Hohlräume verpumpt. Die Pumpanlagen sind auf Pumplängen von ca. 300 m ausgelegt. Die mobilen Misch- und Pumpanlagen werden z. B. in der Beschickungskammer platziert und befüllen von dort die ELK 8a/511 sowie die für die Rückholung erstellten Grubenbaue.

12.6 FLUCHTWEGE

Entsprechend § 15 (1) und (2) ABergV muss sichergestellt sein, dass jede Arbeitsstätte auf mindestens zwei getrennten Wegen verlassen werden kann. Bei Abbaubetrieben ohne Ausgang zur nächsthöheren Sohle müssen vom Zugang des Abbaubetriebes zwei voneinander unabhängige Fluchtwege erreichbar sein. Diese Forderung gilt auch für die Betriebspunkte der Rückholung. Sollten die räumlichen Verhältnisse dies erfordern, werden alternative Fluchtwege eingerichtet z. B. durch Fluchtbohrungen zur 490-m-Sohle, die dann bei Bedarf ggf. auch über Fahrten erreicht werden können. Abweichend davon kann bei längeren Auffahrungen gemäß § 49 (3) ABVO Niedersachsen auch der Einsatz von Flucht- bzw. Rettungscontainern vorgesehen werden. Hierzu können ggf. die Schleusenbauwerke ausgelegt bzw. ertüchtigt werden. Weiterführende Betrachtungen erfolgen im folgenden 4. Teilbericht.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 198 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

13 LITERATURVERZEICHNIS

- ALAB GmbH. (2017). *Prüfbericht Nr. A 517 02 017, stand: 28.04.2017.*
- Asse-GmbH. (2014). *Bewertung der Gebrauchstauglichkeit der Abbaue 7a bis 9b auf der 532-m-Sohle, Arbeitsbericht des Teilbereiches Standortüberwachung 2013, stand: 10.06.2014.* Asse-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BN/0001/01.
- Asse-GmbH. (2017). *Untersuchung von Filtereinheiten der MAW-Abluftfilteranlage auf Radioaktivität, Stand: 30.08.2017.* Remlingen: Asse-GmbH; Asse-KZL: 9A/65152000/MAW/LH/BW/0002/00, BGE-BfS-KZL: 9A/65140000/LH/RB/0003/00.
- Asse-GmbH. (2017a). *Geotechnisches, Geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen – Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung, Stand: 21.04.2017.* Asse-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0013/00.
- Asse-GmbH. (2017b). *Georadarmessungen zur Untersuchung der Schwebelast zwischen der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle und der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle, Stand 02.06.2017.* Remlingen: Asse-GmbH; Asse-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0010/02, BGE-BfS-KZL: 9A/64320000/GC/RZ/0029/00.
- Asse-GmbH. (2017c). *Zusammenfassung und Bewertung der radiologischen Daten sowie der Daten der Standortüberwachung zu den Ereignissen in der Kammer 8a/511-m-Sohle, Stand 17.03.2017.* Remlingen: Asse-GmbH; Asse-KZL: 9A/65100000/01STS/DA/BT/0001/00, BfS-KZL: 9A/65140000/LBA/UA/0001/00.
- Asse-GmbH. (2017d). *Risswerk.* Remlingen: Asse-GmbH.
- Asse-GmbH. (2017e). *-Daten für DMT- Rückholungsplanung MAW-Kammer T-M Rissauszüge: 490-m-S;511-m-S, 532-m-S, 553-m-S 3D-PDF-Grubenmodell.* Am Walde 2, 38319 Remlingen.
- Assekat 9.2. (2010a). *Datenbank Assekat Version 9.2 Stand: 02.02.2010, hier: Auswertung der Inventardaten der ELK 8a/511m zum Stichtag 01.01.2028.*
- BfS. (1997). *Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle - Schachtanlage Konrad - 9K/212621 /-D/ED/0235/ 12 vom 25.02.1997.*
- BfS. (2009). *Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle.* Salzgitter: Asse GmbH.
- BfS. (2009a). *Systembeschreibung: Bewetterung der Schachtanlage Asse II.* Salzgitter: BfS; BfS-KZL: 9A/62250000/GV/TK/0001/00.
- BfS. (2010). *Datenbank Assekat Version 9.2, Stand: 02.02.2010.*
- BfS. (2013). *Konzeptplanung für einen weiteren Schacht - Anschluss Schacht 5 vom Grubengebäude aus, Stand: 02.12.2013.* Salzgitter: BfS, BfS-KZL: 9A/23440000/GA/TF/0001/00.
- BfS. (2015). *Leistungsbeschreibung Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle, Datum: 15.12.2015.* BfS-KZL: 9A/23520000/GHB/KR/0019/01.
- BfS. (2016). *Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II Schritt 3: Erprobung der fernbedienbaren Techniken durch Bergen von Abfällen/Gebinden aus den Einlagerungskammern 7/750 und 12/750 Hier: Bericht Strahlenschutz.* BfS-KZL: 9A/23400000/GHB/RZ/0078/00.
- BGE. (2017). *Fotos Fässer Einlagerung MAW.*
- BGE. (2018). *Dosisleistungsmessungen in der MAW-Kammer am 04.09.1996, Stand: 03.04.2018.* BGE-KZL: 9A/55110000/01STS/LF/BW/0005/00.
- BGE. (2018a). *Liste WKP-Lüfter der Schachtanlage Asse II mit Angabe der Mindestvolumenströme, stand: 03.04.2018.* BGE-KZL: 9A/62240000/WET/WA/LB/0001/07.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 199 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. (Mai 2014). *Bildschirmarbeit in Leitwarten ergonomisch gestalten*. ISBN 978-3-88261-016-1.
- DMT. (2017). *Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II - Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle 1. Teilbericht: Planungsgrundlagen*, Stand: 29.11.2017. Essen: DMT; BGE-KZL: 9A/23530000/GHB/RA/0046/00.
- DMT. (2018). *Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle 2. Teilbericht: Grobkonzept und Variantenvergleich*, Stand: 30.05.2018. Essen: DMT; BGE-KZL: 9A/23520000/GHB/RA/0047/00.
- DMT. (2018a). *Email vom 09.05.2018 an Elisa Rieche*.
- DMT, Thyssen Schachtbau, K-UTEC. (2017). *Schachtanlage Asse II Konzeptplanung für einen weiteren Schacht - Konzeptplanung für die standortunabhängigen Faktoren - Stand: 17.02.2017*. BGE-KZL: 9A/2344000/GA/RA/0014/00; Essen.
- Fritzsche, C. H. (1958). *Lehrbuch der Bergbaukunde 2. Band*. Berlin: Springer Verlag.
- GfS. (1971). *Antrag auf Genehmigung einer ersten Versuchslagerung mittelradioaktiver Abfallstoffe im Salzbergwerk Asse, 22.2.1971*. Neuherberg bei München: Pe/va.
- GfS. (1976). *Bedingungen für die Versuchseinlagerung von mittelradioaktiven Abfällen in die Kammer 8a der 511 m-Sohle des Salzbergwerkes Asse, Stand: Dezember 1976*. 083109.
- IfG. (2006). *Dreidimensionale gebirgsmechanische Modellrechnungen zur Standsicherheitsanalyse des Bergwerkes Asse, Stand: 03.11.2006*. 9a/GC/RB/0008.
- IfG. (2006a). *Tragfähigkeitsanalyse des Gesamtsystems der Schachtanlage Asse in der Betriebsphase, Stand: 06.10.2006*.
- IfG. (2009). *Gebirgsmechanische Zustandsanalyse und Prognose auf der Basis von Standortdaten sowie 3D-Modellrechnungen, Stand: 03.11.2009*. BfS-KZL: 9A/64331000/GC/RB/0005/00.
- IfG. (2016). *Tragfähigkeits- und Zustandsanalyse der Schachtanlage Asse II in der Betriebsphase inklusive Vorlage einer neuen Prognose des Systemverhaltens, stand: 17.05.2016*. BfS-KZL: 9A/64331000/GC/RB/0046/00.
- LBEG. (2011). *Antrag auf Änderung von den Festlegungen des mit Verfügung vom 10.03.1980 - W-501 - AT-16/80-1 festgelegten Sicherheitspfeilers*. Clausthal-Zellerfeld: BfS-KZL: 9A/132250000/DB/GT/0008/00.
- Reuther, E. U. (2010). *Lehrbuch der Bergbaukunde*. Essen: VGE Verlag.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 200 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

14 GLOSSAR

Abbau:	Planmäßig bergmännisch hergestellter Hohlraum zur Mineralgewinnung.
Abfall, radioaktiver:	Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 und 2 des Atomgesetzes, die nach § 9a Abs. 1 Nr. 2 des Atomgesetzes geordnet beseitigt werden müssen.
Abfallgebinde:	Endzulagernde Einheit aus Abfallprodukt und Abfallbehälter.
Abwetter:	Wetterstrom hinter einem untertägigen Betriebspunkt bis zur Abgabe in die Umgebung an der Tagesoberfläche.
Aktivität:	Anzahl der in einem Zeitintervall auftretenden Kernumwandlungen eines Radionuklids oder Radionuklidgemisches dividiert durch die Länge des Zeitintervalls, Maßeinheit: $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$.
Aktivitätsinventar:	Die in einer Probe oder einem Medium enthaltene Aktivität in Bq.
Arbeitsbereich, Äußerer:	Gegen den Sonstigen Grubenraum durch die Äußere Schleuse und zum Inneren Arbeitsbereich durch die Innere Schleuse abgegrenzter Bereich
Arbeitsbereich, Innerer:	Arbeitsbereich vor der Inneren Schleuse, in dem Tätigkeiten stattfinden
Auffahren:	Herstellung einer söhligem oder geneigten Strecke oder eines anderen Grubenbaus.
Ausbau:	Sammelbegriff für alle Mittel, die zum Offenhalten und Sichern von Grubenbauen in diese eingebracht werden, z. B. Ankerausbau mit Maschendraht, Unterstützungsausbau.
Ausrichtungsstrecke:	Strecke zur Erschließung des Grubengebäudes mit dem Zweck, die Umgebung der Einlagerungskammern zu erreichen.
Bewetterung:	Planmäßige Versorgung der Grubenbaue mit frischer Luft.
Carnallit:	Salzgestein, das aus Carnallit, Steinsalz und anderen Salzmineralien besteht; Bestandteile sind Bischofit ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Carnallit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Kieserit ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Steinsalz (NaCl), Anhydrit (CaSO_4).
Deckgebirge:	Gebirgsschichten z. B. oberhalb einer Lagerstätte bis zur Tagesoberfläche.
Einlagerungskammer:	Planmäßig bergmännisch hergestellter Hohlraum, in dem radioaktive Abfälle eingelagert sind.
Einschienehängbahn:	Transportmittel für Material- und Personentransport, welches an einem aufgehängten Schienenstrang geführt wird
Firste:	Obere Grenzfläche eines Grubenbaus.
Füllort:	Unter Tage die funktionelle Schnittstelle zwischen der seigeren Schachtförderung und der söhligem Streckenförderung.
Gebinde:	Einheit aus eingelagerten Stoffen mit Fixierungsmittel und Behälter.
Gebirgsmechanik:	Lehre vom mechanischen Verhalten des Gebirges auf anthropogene Einwirkungen.
Grubengebäude:	Gesamtheit aller bergmännisch hergestellten Grubenbaue eines Bergwerks.



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 201 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- Haufwerk:** Aus dem Gebirgsverband herausgelöstes Gestein; auch aus Bauwerken herausgelöstes Material sowie Versatzmaterial.
- Innenbehälter** Behälter, der in der ELK 8a/511 mit Gebinden oder Schüttgut wie Haufwerke befüllt wird
- Kammerzugangsstrecke:** Strecke von der Ausrichtungsstrecke zur ELK bestehend aus der Vorrichtungsstrecke und dem Kammerzugang.
- Kontamination:** Verunreinigung von Oberflächen mit radioaktiven Stoffen. Dies umfasst die festhaftende, nicht festhaftende und die über die Oberfläche eingedrungene Aktivität.
- Kontrollbereich:** Strahlenschutzbereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv erhalten können.
- Konvergenz:** Natürlicher Prozess der Volumenreduzierung von untertägigen Hohlräumen infolge Verformung bzw. Auflockerung aufgrund des Gebirgsdrucks.
- Low Active Waste:** Schwachradioaktiver Abfall
- Medium Active Waste:** Mittelradioaktiver Abfall
- Risswerk:** Gesamtheit von Karten, Plänen und technischen Darstellungen des Markscheidewesens, die Informationen über Grubenbaue und Lagerstätten für bergmännische Zwecke enthalten
- Salzgrus:** Aus dem Gebirgsverband herausgelöstes feinkörniges Salzgestein.
- Schleuse, Äußere:** Einziger Zugang vom Sonstigen Grubenraum zum abgegrenzten Äußeren Arbeitsbereich
- Schleuse, Innere:** Teil eines Bauwerks gegen Kontaminationsverschleppung und mit Barrierefunktion mit Zugang zum Äußeren Arbeitsbereich und Inneren Arbeitsbereich
- Sohle:** Gesamtheit der annähernd in einem horizontalen Niveau aufgefahrenen Grubenbaue; auch untere Grenzfläche eines Grubenbaus.
- Sonstiger Grubenraum:** Teile des Grubengebäudes, die nicht in Überwachungs-, Kontroll- oder Sperrbereichen liegen
- Sonderbewetterung:** Bewetterung einer Einhausung über einen gesonderten Lüfter.
- Sperrbereich:** Bereich des Kontrollbereiches, in denen die Ortsdosisleistung höher als 3 mS/h sein kann
- Steinsalz:** Salzmineral, auch Halit genannt, chemische Formel NaCl.
- Störfall:** Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage auszulegen ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.
- Strahlenschutz:** Schutz von Mensch und Umwelt vor den schädigenden Wirkungen ionisierender und nicht ionisierender Strahlung (aus natürlichen und künstlichen Strahlenquellen).
- Strahlenschutzbereich:** Überwachungsbereich, Kontrollbereich oder Sperrbereich.



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 202 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

- Strahlung, ionisierende:** Strahlung radioaktiver Substanzen, die direkt oder indirekt Ionen erzeugt (z. B. Alpha-, Beta-, Gamma- und Neutronenstrahlung).
- Überwachungs-bereich:** Nicht zum Kontrollbereich gehörende betriebliche Bereiche, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv oder höhere Organdosen als 15 mSv für die Augenlinse oder 50 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.
- Umverpackung:** Behältnis, in das die in Innbehälter gefüllten geborgenen Abfällen zum Zweck des innerbetrieblichen Transport und der Pufferlagerung eingestellt werden.
- Versatz:** Material, mit dem die Hohlräume eines Bergwerks zur Stabilisierung verfüllt werden.
- Vorrichtungsstrecke:** Streckenteil der Kammerzugangsstrecke, der ohne radiologische Charakterisierung des gesamten Haufwerks aufgefahren werden kann.
- Wetterführung:** Planmäßige Lenkung der Wetter durch das Grubengebäude.
- Wetterkurzschluss:** Durch mangelhafte Trennung einzelner Wetterströme verursachter Wetterstromverlust des Wetterstromes für nachgeschaltete Bereiche



**Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept**

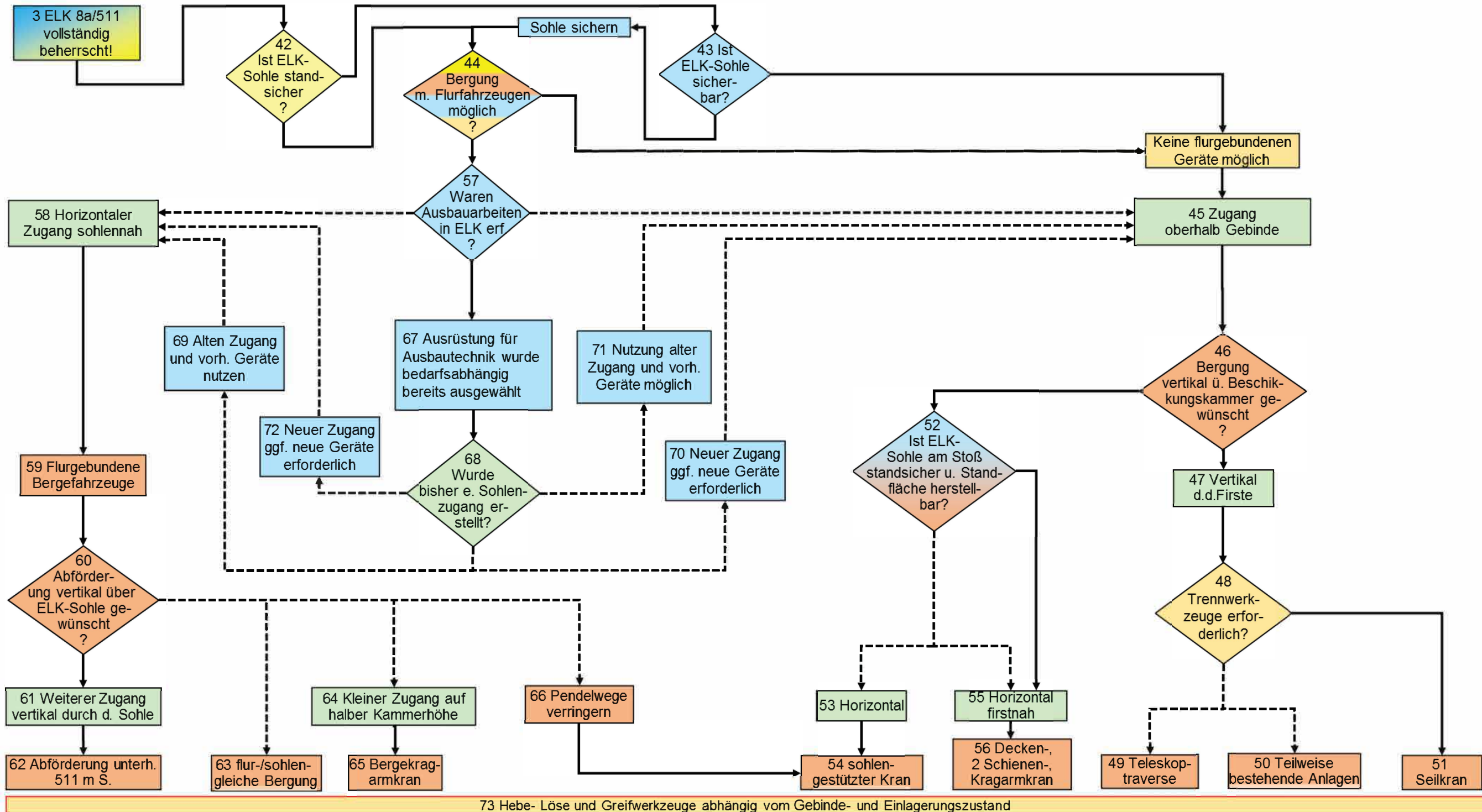
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 203 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

15 ANHÄNGE

- Anhang 1: Situationsangepasste Planung – Sichern
- Anhang 2: Situationsangepasste Planung – Bergen
- Anhang 3: Sichern beim Grundkonzept
- Anhang 4: Bergen beim Grundkonzept
- Anhang 5: Sichern beim Alternativkonzept
- Anhang 6: Bergen beim Alternativkonzept
- Anhang 7: Zusammenfassung der Erkundungsziele

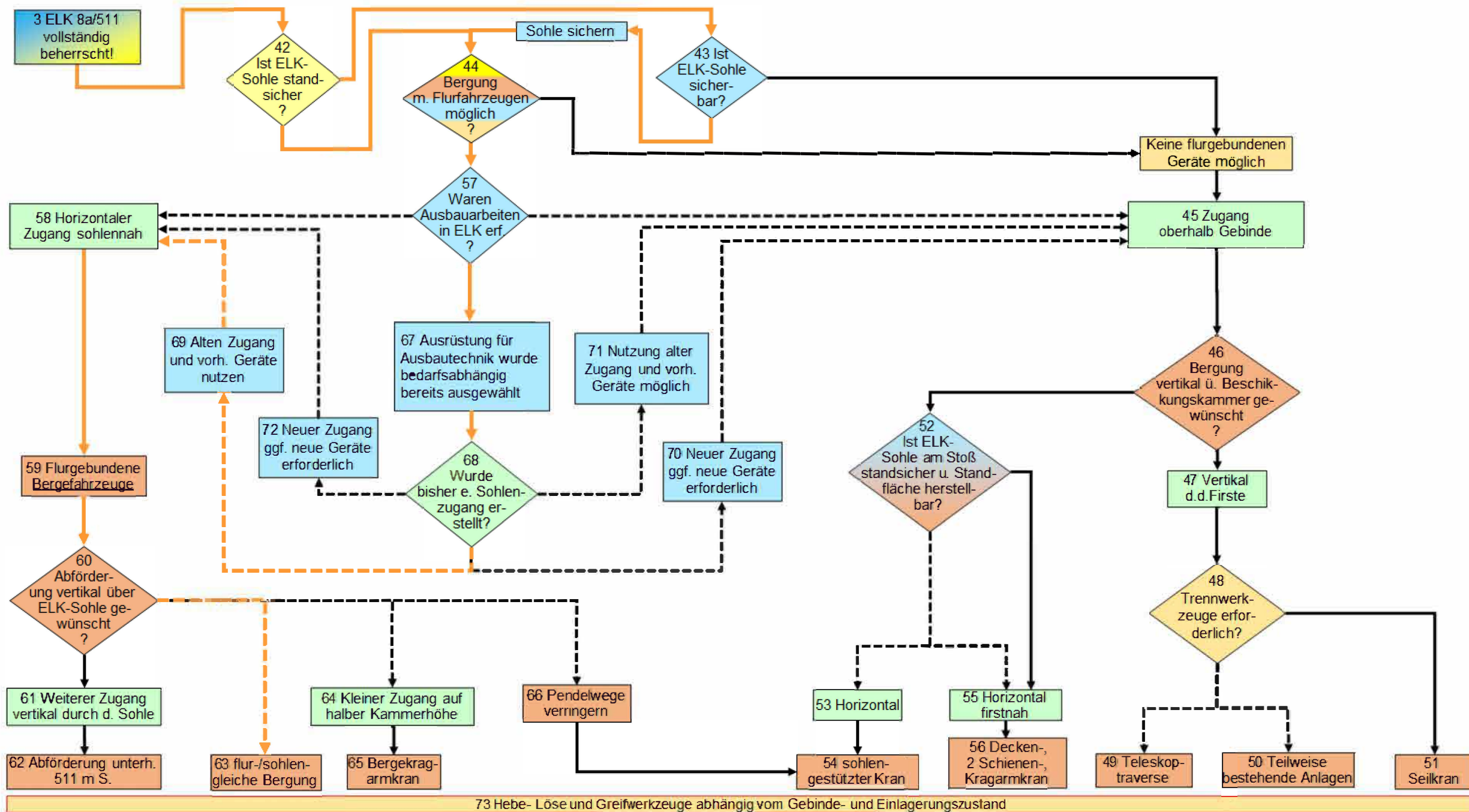
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 205 von 212 Stand: 21.12.2018
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Anhang 2: Situationsangepasste Planung – Bergen



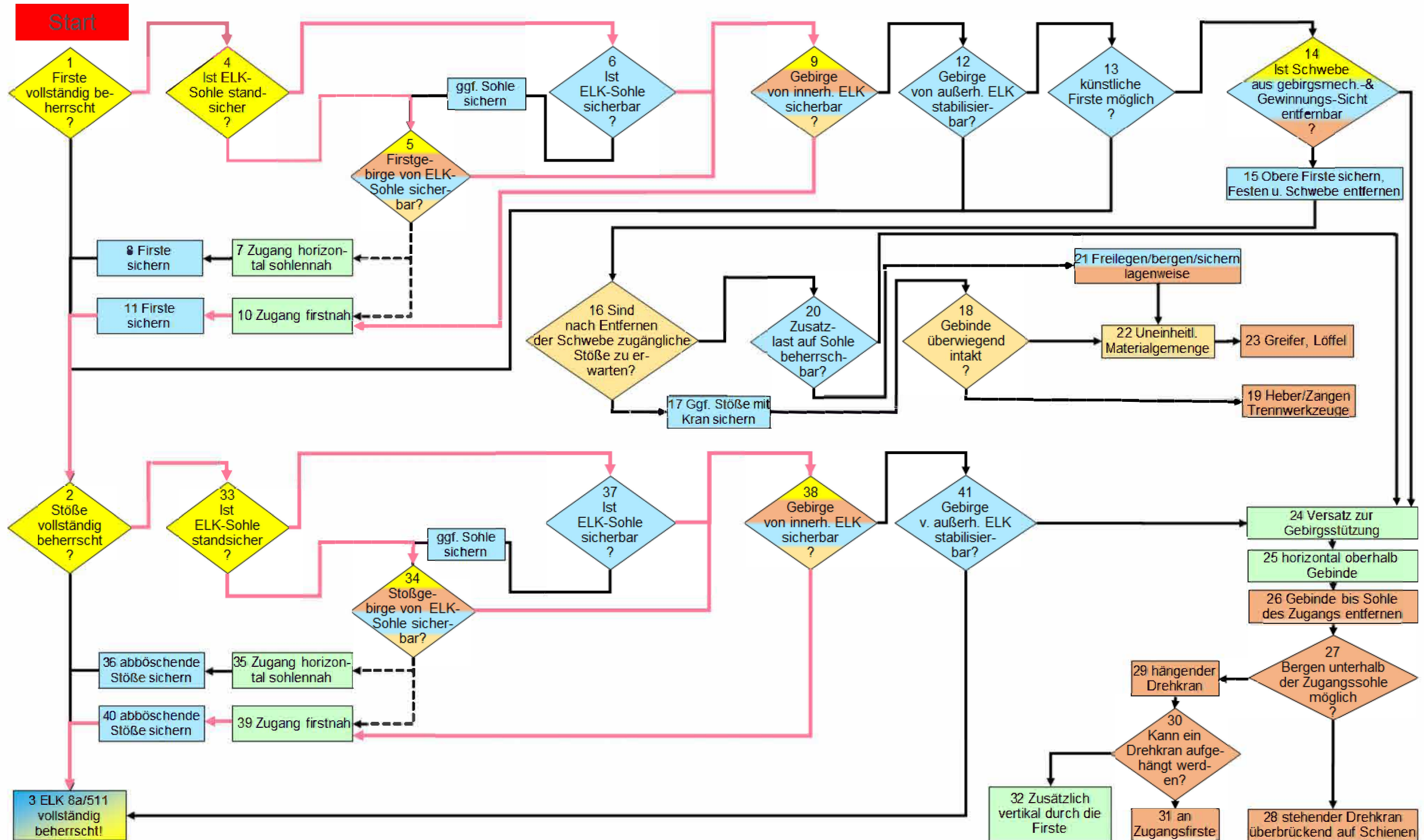
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 207 von 212 Stand: 21.12.2018
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Anhang 4: Bergen beim Grundkonzept



Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 208 von 212 Stand: 21.12.2018
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Anhang 5: Sichern beim Alternativkonzept





Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 210 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Anhang 7: Zusammenfassung der Erkundungsziele

Tabelle A 1: Erkundung vor dem Öffnen der ELK 8a/511

Hauptziele	Einzelziel	Verfahren	Vorbereitung/Durchführung	Beispielhafte Nutzung
	Ermittlung der Nutzbarkeit der vorhandenen Bohrungen der Beschickungskammer	Optische Überprüfung / Kalibermessung der vorhandenen Bohrungen der Beschickungskammer	Bei vorhandener Zugänglichkeit: Einsatz verschiedener Erkundungswerkzeuge; Bei Unzugänglichkeit: Zugänglichkeit z.B. durch Aufreiben herstellen	Durchführung diverser Messungen
Gebirgsmechanischer Zustand	Abschätzung des Kammerzustandes	Betrachtungen zur Übertragbarkeit des Zustandes der Umgebung auf Zustand der ELK 8a/511		Einarbeitung in geotechnisch-numerisches Modell; Planung weiterer geotechnischer Untersuchungen
	Bewertung Kammerzustand	Kamerabefahrung der ELK, gestängegeführt	Vorhandene Zugänge von Beschickungskammer nutzen	Konkretisierung der Planungsgrundlagen; Ableitung notwendiger Sicherungsmaßnahmen
		3D-Laserscan in der ELK mit Georeferenzierung		Einarbeitung in das Risswerk und das geotechnisch-numerische Modell Konkretisierung der Planungsgrundlagen; Ableitung notwendiger Sicherungsmaßnahmen
		Kamerabefahrung mit Drohne in der ELK (z.B. bei nicht einsehbaren Bereichen)		Konkretisierung der Planungsgrundlagen; Ableitung notwendiger Sicherungsmaßnahmen
	Schwebenstabilität	Kamerabefahrung/Bohrlochscan, optische Strukturerkennung innerhalb der Schwebenzone zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer	Ermitteln an Bohrlochwandung nicht verrohrter Bohrungen von der Beschickungskammer durch die Schwebenzone zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer	Einarbeitung der Daten in geotechnisch-numerisches Modell zur Bewertung des gebirgsmechanischen Zustands
		Bohrlochradarmessung in vorhandenen Bohrungen, Sohlenradarmessung, geophysikalische Strukturerkennung innerhalb der Schwebenzone zwischen Einlagerungs- und Beschickungskammer		
	Standicherheit der Firste und Stöße	Bohrlochscan zur Ermittlung des Trennflächengefüges	Erstellung von Bohrungen von der 490-m-Sohle (horizontal und vertikal)	Ausführung von geophysikalischen und geotechnischen Messungen im Bohrloch und radiologische Untersuchungen
		Geotechnische und -mechanische Bohrkernanalyse zur Ermittlung des Trennflächengefüges und der Gesteinsfestigkeit	Erstellung von Kernbohrungen von der 490-m-Sohle (horizontal und vertikal)	Einarbeitung der Daten in geotechnisch-numerisches Modell
		Bohrlochradarmessungen	Nutzung der neu erstellten Bohrungen	Korrelation mit den Ergebnissen der Bohrkernanalyse; Einarbeitung der Daten in geotechnisch-numerisches Modell zur Bewertung des gebirgsmechanischen Zustands
	Standicherheit der Sohle der ELK	Bohrlochscan zur Ermittlung des Trennflächengefüges	Erstellung von Horizontalbohrungen im Firstniveau der 532-m-Sohle	Ausführung von geophysikalischen und geotechnischen Messungen und radiologischen Untersuchungen
Geotechnische und -mechanische Bohrkernanalyse zur Ermittlung des Trennflächengefüges und der Gesteinsfestigkeit		Erstellung von Horizontalkernbohrungen im Firstniveau der 532-m-Sohle	Einarbeitung der Daten in geotechnisch-numerisches Modell Konkretisierung der Planungsgrundlagen; Ableitung notwendiger Sicherungsmaßnahmen	
Ermittlung des Bohrlochverlaufs und Kontrolle des festgelegten Mindestabstands zur ELK	Bohrlochverlaufsmessung	Nutzung der neu erstellten Bohrungen	Einarbeitung der Daten in geotechnisch-numerisches Modell	
Strukturerkennung zur Bewertung des Gebirgszustands	Radarmessungen		Korrelation mit den Ergebnissen der Bohrkernanalyse; Einarbeitung der Daten in geotechnisch-numerisches Modell zur Bewertung des gebirgsmechanischen Zustands	
Erkundung Gebirgszustand; Ermittlung geotechnischer Kennwerte zur vorhandenen Durchlässigkeit des Gebirges	Permeabilitätsmessungen	Nutzung der neu erstellten Bohrungen, Kalibermessung	Korrelation mit den Ergebnissen der Spannungssondierungen; Einarbeitung der Daten in geotechnisch-numerisches Modell zur Bewertung des gebirgsmechanischen Zustandes	
	Spannungssondierungen		Korrelation mit den Ergebnissen der Permeabilitätsmessungen; Einarbeitung der Daten in geotechnisch-numerisches Modell zur Bewertung des gebirgsmechanischen Zustandes	



Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-Sohle
3. Teilbericht: Rückholungskonzept

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 211 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Hauptziele	Einzelziel	Verfahren	Vorbereitung/Durchführung	Beispielhafte Nutzung
Gebindezustand	Bewertung Gebindezustand	Kamerabefahrung in der ELK	Vorhandene Zugänge von Beschickungskammer nutzen	Konkretisierung der Planungsgrundlagen
		3D-Laserscan in der ELK mit Georeferenzierung		Einarbeitung in das Risswerk und das geotechnisch-numerische Modell; Konkretisierung der Planungsgrundlagen
		Kamerabefahrung mit Drohne in der ELK (z.B. bei nicht einsehbaren Bereichen, Detailaufnahmen zuvor detektierter Auffälligkeiten)		Konkretisierung der Planungsgrundlagen
		Probenentnahme (z.B. Bitumen)		
Radiologischer Zustand	Ermittlung der aktuellen Dosisleistung	Messung der Dosisleistung	Vorhandene Zugänge von Beschickungskammer nutzen	Konkretisierung der Maßnahmen zur Arbeitssicherheit und Auslegung der Geräte und deren Abschirmung; Dokumentation der Entwicklung der Dosisleistung in der ELK
	Energie- und ortsaufgelöste Bestimmung der Gammastrahlung des Aktivitätsinventars	Messung der Gammastrahlung		Konkretisierung der Planungsgrundlagen; Ableitung notwendiger Strahlenschutzmaßnahmen
	Bestimmung der Aktivitätskonzentration der an sedimentierten Schwebstoffen gebundenen Radionuklide	Entnahme Feststoffproben (mittels Greifer oder saugendem Verfahren)		Anpassung der Messtechnik; Führung des Sicherheitsnachweises für die Ableitung radioaktiver Stoffe
	Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Nuklide	Radiologische Untersuchung des erbohrten Materials		Sicherstellung des radiologischen Arbeitsschutzes
Kammer-atmosphäre	Bestimmung der Zusammensetzung der Abwetter	Chemische, radiologische und physikalische Untersuchung der Abwetter		Einschätzung der Bedingungen für den Einsatz weiterer Messverfahren und für den Arbeitsschutz; Rückschlüsse auf gebirgsmechanische Ereignisse und Gebindezustand
	Nachweis organischer Bestandteile und Spuren von Wasserstoff	Ortsaufgelöste Gasprobenentnahme über vorhandene Bohrungen in der Beschickungskammer		Konkretisierung der Bedingungen für den Arbeitsschutz; Einarbeitung in die Datenbank
	Bestimmung der Aktivitätskonzentration der an Schwebstoffe gebundenen Radionuklide	Aktivitätsbestimmungen		Anpassung der Messtechnik; Führung des Sicherheitsnachweises für die Ableitung radioaktiver Stoffe

Tabelle A 2: Erkundung während der Anbindung an die ELK 8a/511

Hauptziele	Einzelziel	Verfahren	Vorbereitung/Durchführung	Beispielhafte Nutzung
Gebirgsmechanischer Zustand	Untersuchung des anstehenden Gebirges vor dem Durchstoß	Visuelle Inspektion mittels Bohrlochkamera, geologische und geotechnische Aufnahme	Erstellung einer Horizontalbohrung in Kammerichtung ab beispielsweise 10 m Abstand zur ELK	Festlegung der Schleusenposition
Radiologischer Zustand	Erkennung von Kontaminationen	Chemische und radiologische Untersuchung des Bohrkleins und Haufwerks während der Streckenauffahrung bei Annäherung an die ELK		Festlegung der radiologischen Schutzmaßnahmen Festlegung des Entsorgungsweges für das Material



Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	B2893501	Seite: 212 von 212
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 21.12.2018
9A	23520000	GHB	RA	0048	00		

Tabelle A 3: Erkundung nach Öffnen der ELK 8a/511 und während der Bergung der Gebinde

Hauptziele	Einzelziel	Verfahren	Vorbereitung/Durchführung	Beispielhafte Nutzung
Gebindezustand	Bestimmung gebindespezifischer Eigenschaften	Messung Dosisleistung Gewichtsbestimmung Visuelle Inspektion		Klassifizierung der einzelnen Gebinde zur Bestimmung der Reihenfolge und Einstellung in festgelegte Innenbehälter vor der Beladung der Umverpackung
Radiologischer Zustand	Bestimmung der Direktstrahlung in ELK	Messung Dosisleistung und Gammastrahlung		Sicherstellung des radiologischen Arbeitsschutzes
	Spezifikation des Inhalts der ELK	Feststoffprobenahme an Haufwerk und Material aus zerstörten Gebinden		Festlegung von Maßnahmen zur weiteren Konditionierung der Abfälle über Tage
	Bestimmung der Aktivitätskonzentration der an Schwebstoffe gebundenen Radionuklide	Aktivitätsbestimmungen		Abschätzung des Kontaminationsniveaus durch staubförmige Ablagerungen auf Maschinen und Geräten; Festlegung der Strahlenschutz- und Dekontaminationsmaßnahmen
Kammeratmosphäre	Nachweis, dass auch bei der Anwesenheit von Wasserstoffgas eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ausgeschlossen werden kann	Chemische, radiologische und physikalische Untersuchung der Abwetter		Rückschlüsse auf den Zustand der Gebinde, die innerhalb des Gebindekegels liegen und den optischen Erkundungsverfahren nicht zugänglich sind

Tabelle A 4: Erkundung vor dem Verfüllen der ELK 8a/511

Hauptziele	Einzelziel	Verfahren	Vorbereitung/Durchführung	Beispielhafte Nutzung
Radiologischer Zustand	Nachweis der Einhaltung der festgelegten radiologischen Grenzwerte für die Verfüllung	Radiologische Untersuchung der Kammerwänden und des verbliebenen Haufwerks		Führung des Langzeitsicherheitsnachweises